



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

**Lexikon der gesamten Technik und ihrer
Hilfswissenschaften**

Lueger, Otto

Stuttgart [u.a.], [1906]

H

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83796](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-83796)

H

als Abkürzungszeichen bedeutet auf den neuen deutschen Reichsmünzen die Münzstätte Darmstadt, auf älteren französischen La Rochelle, auf älteren österreichischen Günzburg. *h* in Oesterreich Abkürzung für Heller. — In der Chemie ist *H* das Zeichen für Wasserstoff (Hydrogenium), in der Astronomie *h* Abkürzung für hora (Stunde), z. B. 6^h 10' = 6 Uhr 10 Min. — H. P. oder HP im Maschinenwesen Abkürzung für Pferdekraft (horse-power).

ha, Abkürzung für Hektar (f. Flächenmaße).

Haarblasemaschine (Mischmaschine), in der Filzhutfabrikation Maschine zum regelmäßigen Mischen der abgeschnittenen Pelzhaare und zum Entfernen der größeren Haare und der Verunreinigungen.

Die Maschine besteht im Prinzip aus einer Anzahl Kammern, hinter deren Eingängen je eine schnell rotierende Bürstenwalze einen hinreichend starken Luftstrom erzeugt, daß die feineren Haare durch denselben in den oberen Teil der Kammer geblasen, auf einem endlosen Transportband an die Bürstenwalze der nächsten Kammer geführt werden und so fort, bis sie von der letzten Kammer als loses kontinuierliches Band abgegeben werden. Die schwereren groben Haare und Verunreinigungen fallen auf ein schräg gefälltes Schütteltieb unter der Bürstenwalze der ersten Kammer.

Ernst Müller-Dresden.

Haardraht, feinste Sorte Draht, vornehmlich Gold-, Silber- oder Platindraht, f. Drahtfabrikation.

Haare, fadenförmige Gebilde der Oberhautzellen, werden, sofern es sich um geringwertige Ware handelt, auf Stickstoffdünger verarbeitet.

Sie enthalten je nach den Verunreinigungen der Werkstoff 5—13% Stickstoff. Wertvollere Haare (Schaf-, Pferde-, Vigogne-, Alpaka-, Biberhaare u. f. w.) dagegen bilden wichtige Rohstoffe für die Textilindustrie, für die Erzeugung von Filz u. f. w. (vgl. Spinnfasern). Ein bedeutender Handelsartikel sind Menschenhaare, besonders Frauenhaare. Farbe und Länge sind für die Qualität maßgebend, die Preise schwanken zwischen 12 und 360 *M.* pro Kilogramm; goldgelbe und tief schwarze Sorten werden am teuersten bezahlt. Von Leichen genommenes Haar ist minderwertig (brüchig, mit schlüpfriger Oberfläche). Frankreich verarbeitet allein jährlich ca. 130000 kg Haare; Hauptmarkt Paris (oft bis 6000 kg am Markte).

Ernst Müller-Dresden.

Haaren, in der Gerberei diejenige Operation, durch welche die zuvor genügend gelockerten Haare oder die Wolle zugleich mit der Oberhaut mit Hilfe des Haareisens von der Lederhaut der Felle weggenommen werden. Die Haarlockerung ist in der Regel entweder durch die Schwitze oder durch den Aescher oder durch die Schwöde erfolgt. Bei der ungarischen Weißgerberei werden die Haare ohne vorherige Haarlockerung mit Hilfe eines sehr scharfen Messers weggeschnitten.

Päßler.

Haarfilze werden zollamtlich von den Wollfilzen nach folgenden Grundfätzen unterschieden.

Unter Männerhüten und Huttumpen aus Haarfilz sind solche aus Hafen-, Kaninchen-, Bifam-, Fischotter- oder Biberhaaren, auch gemischt mit Wolle oder mit einer Unterlage von Wolle, dagegen unter Männerhüten und Huttumpen aus Wollfilz solche aus Schafwolle, Kunstwolle, Kamelhaaren, Ziegenhaaren oder Mohair, auch gemischt mit Baumwolle, zu verstehen.

Ernst Müller-Dresden.

Haarfrost, f. Raufrost.

Haargewebe, Fabrikate aus Pferdehaaren und Abfallhaaren der Gerbereien. Haartuch (mit baumwollener Kette) wird aus den Mähnen- und Schweifhaaren der Pferde hergestellt; die Haare werden ausgekocht, gehechelt und fortiert und sodann direkt auf dem Webstuhl mit und ohne Beimischung anderer Spinnstoffe verarbeitet. Die Böden der Haarfieße sind z. B. ein reines Haargewebe. Die kurzen Haare werden gesponnen und als Haarzyehen zu Preßtüchern, Decken, Möbelftoffen u. f. w. verwendet.

Ernst Müller-Dresden.

Haarhygrometer, f. Feuchtigkeitsmesser.

Haarkalk (Haarmörtel), Kalk- oder Gipsmörtel mit geklopften Kuh- oder Kälberhaaren gemischt, behufs innigen Anhaftens auf der Unterlage, dient zu Decken- und Wandputz auf Holz, zum Zutreiben der Fugen sowie zur Dichthaltung der Fuge zwischen Fensterfutter und dem Steingewände. Zu 0,08 cbm Kalk und 0,20 cbm Sand sind 1 kg Kälberhaare beizumischen. *Weinbrenner.*

Haarkies, f. v. w. Millerit (f. d.).

Haarlauf, f. Weberei.

Haarmannsche Hakenplatte, f. Oberbau (mit Eisenschwellen).

Haarmanns Schwellenschiene, f. Oberbau (Eisenlangschwellen).

Haarnadeln, f. Drahtarbeiten, Nadeln und Nadelfabrikation.

Haarrauch, f. Höhenrauch.

Haarrisse, feine Sprünge in der Glafur, veranlaßt durch eine falsche Zusammenfassung oder durch zu starkes Auftragen derselben; f. Glafuren.

Haarstein, f. Quarz.

Haartreibriemen, Riemen (f. d.) aus Kamelhaar u. ä., mit Hanf gewebt.

Haarzirkel, f. Reißzeug.

Haberlandguß, ein Formguß aus Haberlandschweißisen und Gußstahl, der als Ersatz für geschmiedete Stücke dient, besonders für solche, die im Schmiedeprozess nur sehr schwierig ausgeführt werden können.

Der Schweißguß schweißt gut und der Gußstahlformguß ist für Werkzeuge geeignet. Die sehr widerstandsfähigen Gußstücke lassen sich gut bearbeiten und werden sauber und dicht hergestellt. Man kann die Stücke kalt richten, strecken, biegen und beliebig warm schmieden. Modelle müssen 2% Schwindmaß besitzen. Das Stahlwerk Rheinau-Mannheim ist Bezugsquelle, auf die wir verweisen.

Hacke, zu Erdarbeiten gebrauchtes Werkzeug; f. Breithaue, Pickel, auch f. v. w. Holzaxt oder Beil (f. d.).

Hacke, im Schiffbau, das untere Ende eines Bauteils.

So ist z. B. Hacke des Ruders, der Stenge gleich Fuß des Ruders, der Stenge; Hacke des Hinterstevens der unterhalb des Kiels hervortretende Teil des Stevens, der dazu dient, die Schraubenflügel bei Grundberührungen zu schützen und zugleich das Ruder mit seinem Fußzapfen zu lagern. *T. Schwarz.*

Hackenhülfe, hülsenartiges Verbindungsstück zwischen Hackeneisen und Stiel zum geeigneten Einstellen, aus Temperguß oder Stahlblech gefertigt und meist mit einer querliegenden Innenrippe versehen, die sich beim Aufkeilen des Stieles in diesen eintreibt, wodurch ein Lockern verhindert wird. *Dalchow.*

Hacker (Kamm), f. Baumwollspinnerei, Bd. 1, S. 602.

Hackmaschine (Pferdehacke), ein Apparat, mit dem der Boden während der Entwicklung der in Reihen stehenden Pflanzen durch Messer bearbeitet wird.

Man bezweckt dabei eine Oeffnung und Lockerung des Bodens, ein Abschneiden des Unkrautes, eventuell auch eine Behäufelung der Pflanzen, und findet die Hackmaschine besonders im Großbetrieb vorteilhafte Verwendung beim Anbau von Rüben, Reps, Mohn, Mais sowie Getreide, sofern bei letzterem die Reihenentfernung nicht unter 12 cm (nach Siedersleben, Bernburg) beträgt.

Die wichtigsten Teile der Hackmaschine sind die Messer (Fig. 1). Für milden Boden und große Reihenentfernung verwendet man zwei einseitig schneidende, für geringe ein solches

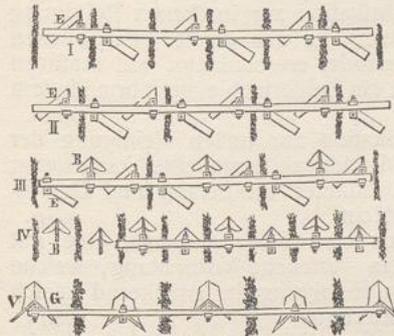


Fig. 1.

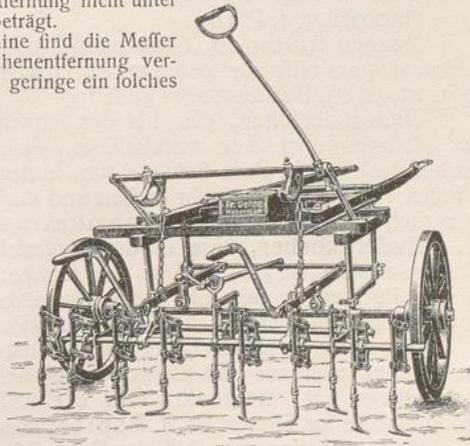


Fig. 2.

von nur ca. 12 cm Breite pro Gaffe, während zum Öffnen verkrütelten Landes die herzförmigen Messer (IV) benutzt werden. Zum Behäufeln treten an Stelle der Messer die unter V abgebildeten Häufelpflugkörper. Die Messer sind, jedes für sich oder in Gruppen auf und ab beweglich, an den Messerhebeln befestigt, welche letztere durch die Steuerfange auch in der Querrichtung hin und her bewegt werden können, um kleinen Abweichungen der Pflanzen aus der geraden Reihe folgen zu können, ohne den Gang des Zugtieres zu beeinflussen und umgekehrt. Bei einigen Ausführungen werden gleichzeitig mit den Messern auch die Räder gesteuert, um die Anpassungsfähigkeit der Maschine zu erhöhen. Im Boden werden die Messer durch ihr Eigengewicht, Belastung durch Gewichte oder Federn sowie durch den Winkel, in dem die Messer angreifen, gehalten. Um dieselben immer, also auch in Vertiefungen, in günstigem Winkel angreifen und gleich tief arbeiten zu lassen, benutzt man Parallelogrammhebel (Fig. 2), die sich gut bewähren. Ein Ausheben des ganzen Messersystems aus dem Boden erfolgt durch Niederdrücken eines Hebels.

Man unterscheidet Hackmaschinen mit und ohne Vorderflur, das bei den Hackmaschinen im wesentlichen dieselbe Einrichtung zeigt wie bei den Sämaschinen (s. d.). Ertere ermöglichen zwar eine sehr genaue Steuerung und große Leistung; aber durch die beiden Pferde und vier Räder kann beim Umwenden viel Schaden an den Pflanzen angerichtet werden, auch sind sie teuer, wenn nicht, wie z. B. bei Rud. Sack in Leipzig-Plagwitz, das Gestell der Drillmaschine (s. Sämaschine) so eingerichtet ist, daß der Hackapparat in einfacher Weise gegen die Sävorrichtung ausgewechselt werden kann. Einfacher sind die Maschinen, bei denen ein Pferd in der Gabeldeichsel geht. Sehr verbreitet sind die nur für eine oder mehrere Reihen dienenden Handhackmaschinen, deren Führung durch feste Sterzen erfolgt.

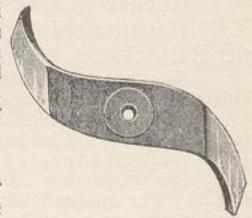
Bedingungen für gute Leistung der Hackmaschine sind: große, möglichst ebene und feinfreie Flächen, die nicht mit frischem Stallmist gedüngt sind, eine gewisse Mürbeheit des Bodens, gleiche und genügende Reihentfernung, scharfe Messer und gute Steuerung. Da die Anschließreihen bei Drillsaaten oft ungleich weit voneinander entfernt sind, muß die Hackmaschine die Spurweite der verwendeten Drillmaschine haben, zu welchem Zweck die Räder der Hackmaschine auf verschiedene Spurweiten einstellbar sind. Die Tagesleistung ist bei 2 m breiten Maschinen mit 3—4 ha zu rechnen. Die Preise sind zu ersehen aus den Katalogen z. B. von H. Laab & Co., Magdeburg-Neufeldt; G. Bölte, Ofchersleben; Fr. Dehne, Halberstadt; F. Zimmermann & Co., Halle a. S.; W. Siedersleben & Co., Bernburg; Rud. Sack, Leipzig-Plagwitz.

Literatur: [1] Wüst, Prüfung von Hackmaschinen, Jahrbuch der deutschen landwirtschaftlichen Gesellschaft 1889. — [2] Eisbein und Schotte, Die Drillkultur, 1895. Wrobel.

Hackmaschine, beim Erzeugen des Holzzeuges verwendet, führt das mechanische Zerpalten des Holzes als Vorarbeit für den Zerkleinerungsprozeß durch und dient auch in gleicher Konstruktion zum Zerkleinern der in der Papierfabrikation als Rohmaterial verwendeten Seile; s. Holzzeug, Papierfabrikation. Kraft.

Hackmesser, besser Schlitzmesser genannt, dient zur Herstellung von Schlitzern an Tür- und Fensterrahmen auf Schlitz- und Zapfenschneidmaschinen (s. d.) in Bau- und Möbeltischlereien.

Das Werkzeug ist ein zweiseitig hakenförmiges, aus Gußstahl hergestelltes Messer (s. die Figur), von der Dicke des zu schneidenden Schlitzes, gewöhnlich 6—20 mm, das in seiner Mitte gewöhnlich auf einer senkrechten Welle nach Art der Tischfräsen befestigt ist und von dieser in 1800—2000 Umdrehungen in der Minute versetzt wird. Der Durchmesser dieser Messer wechselt entsprechend der Länge der Schlitzes, die meist 100—200 mm lang sind. Dachow.



Hackpflug, s. Pflug.

Hadern (Lumpen, Stratzen), in der Papierfabrikation das zumeist aus gebrauchten Geweben bestehende Rohmaterial; s. Papierfabrikation.

Hadern Drescher, eine bei der Papierfabrikation zur trockenen Reinigung der Hadern verwendete walfähnliche Maschine, die aus einem geschlossenen Kasten besteht, in dem sich mehrere hintereinander angeordnete, mit massiven Zähnen versehene Trommeln drehen und durch ein Zuführtuch eingeführte Hadern energisch schlagen; s. Papierfabrikation. Kraft.

Hadernkocher, eine in der Papierfabrikation zur nassen Reinigung der Hadern verwendete geschlossene, aus starkem Metallblech hergestellte Vorrichtung, in der die Hadern mit alkalischer Lauge bei höherer Temperatur und Dampfdruck behandelt werden; s. Papierfabrikation. Kraft.

Hadernschneidmaschine, auch Hadernschneider genannt, eine mit rotierenden oder auf und ab bewegten Messern versehene Vorrichtung, welche die Aufgabe hat, die Hadern vor der nassen Reinigung in annähernd gleich große Stücke zu schneiden; s. Papierfabrikation. Kraft.

Hadernfortierung, bei der Papierfabrikation diejenige Arbeit, durch die

eine Trennung der verschiedenen Haderngattungen nach dem Stoff, aus dem sie bestehen, nach der Farbe u. f. w. zur Ausführung kommt. Man unterscheidet eine Vorfortierung, die dem Ankauf der Hadern vorangeht, und eine Fabrikfortierung; f. Papierfabrikation.

Hadernstäuber (Hadernwolf), eine bei der Papierfabrikation zur trockenen Reinigung in Anwendung gebrachte, dem Schlagwolf der Spinnereien ganz ähnliche Maschine, die aus mehreren in einem geschlossenen Kasten rasch rotierenden Schlägerwellen besteht; f. Papierfabrikation.

Kraft.

Häckfelkammern, Nebenräume der Viehfälle.

Da es vorteilhaft ist, das Häckfel für die ganze Wirtschaft an einer Stelle mit Maschinenkraft (Pferdegöpel, Lokomobile, elektrischem Motor u. a.) zu schneiden, wird hierfür nur eine Stelle des Gehöftes ausersehen, entweder die Futter Scheune oder derjenige Stall, in dem der stärkste Verbrauch stattfindet. Von hier aus wird das Häckfel nach den Futterkammern der verschiedenen Stallungen getragen oder auf leichten Eisenbahngleisen gefahren. Häckfelkammern erhalten für ein Haupt Rindvieh 0,5, für ein Pferd 0,6 qm Grundfläche. Der Fußboden wird am zweckmäßigsten aus Ziegelfeinpflaster oder aus Beton hergestellt. Die Häckfelmaschine stellt man, wenn es die Umstände gestatten, auf den Dachboden und läßt das Häckfel durch eine Öffnung der Decke herabfallen (f. Pferdeställe und Rindviehfälle).

Literatur: Tiedemann, L. v., Das landw. Bauwesen, Halle a. S. 1898.

v. Tiedemann.

Häckfelmaschine, dient zur Zerkleinerung von Heu, Stroh, Grünfutter und Mais. Die Zerkleinerung geschieht teils um Futtermischungen herstellen zu können, teils um den Tieren das Fressen zu erleichtern. Da zu kurzes Häckfel schädlich ist, darf man bei Pferden nicht kürzer als 1,2—1,5 cm und bei Rindvieh als 2,5—4 cm schneiden. Für Streutroh kommen erheblich größere Längen zur Anwendung.

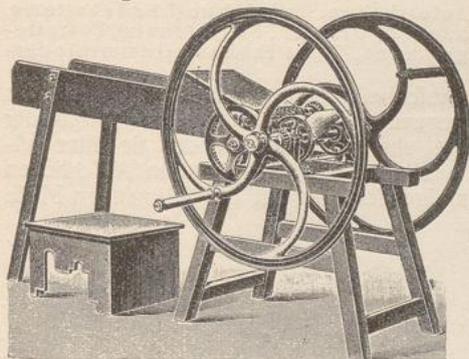


Fig. 1.

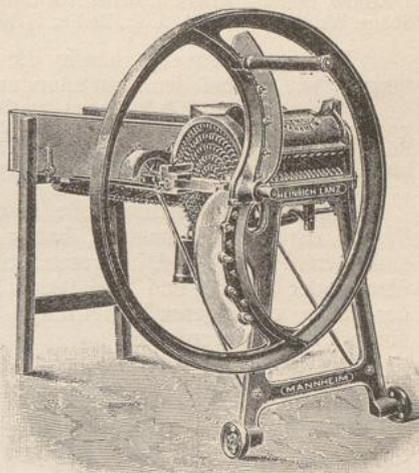


Fig. 2.

Außer dem Gestell und der Lade zum Einlegen, deren Boden mit einem endlosen Lattentuch versehen sein kann, besteht die Häckfelmaschine aus der Schneidvorrichtung und der Vorrichtung zum Zuführen und Festhalten der Halme. Die erstere besteht bei älteren Maschinen mit Vorschub des Strohes mit der Hand (Häckfelle) aus einem vor dem Mundstück auf und ab gehenden Messer, bei den neueren Häckfelmaschinen mit selbsttätigem Vorschub dagegen aus rotierenden Messertrommeln oder Messer Scheiben. In beiden Fällen müssen die Messer die aus der Lade vorstehenden und zusammengepreßten Halme teils abschneiden, teils abscheren und zu diesem Zwecke an den die Gegenmesser bildenden Kanten des Mundstückes passend vorbeigehen. Bei den Trommelhäckfelmaschinen (Fig. 1) müssen die Schneiden daher eine Schraubenlinie bilden. Diese Maschinen sind einfach, billig, leistungsfähig, es ist aber schwer, die Schneiden richtig in einer Zylinderfläche zu erhalten. Durch Stellschrauben wird diese Arbeit erleichtert. Setzt man die Messer dagegen an die Arme eines Schwungrades derart, daß die Schneiden in der Ebene der Kanten des Mundstückes liegen, was leichter zu erreichen ist, so müssen die Messer so gebogen werden, daß sie für gleichen Drehwinkel annähernd gleich viel schneiden (Fig. 2). Der Vorschub und das Zusammenpreßen der Halme geschieht gewöhnlich durch geriffelte oder gezahnte übereinander gelagerte Walzen, von denen die obere entgegen der Wirkung eines Gewichts oder einer Feder bei zu starkem Einlegen nachgeben kann. Geschieht der Vorschub kontinuierlich, so erfolgt ein gelinder Druck auf die Messerfläche, was aber bei kurzem Häckfel der Einfachheit des Antriebs wegen in Kauf genommen wird. Der Antrieb der Walzen wird vom Messerrade aus durch Schnecken oder Kegel und Stirnradgetriebe bewirkt. Die Länge des Häckfels hängt außer von der Anzahl der Messer von der Geschwindigkeit der Walzen ab. Um diese zu ändern, bringt man Wechselfräder an oder man verwendet (Fig. 2)

Lueger, Lexikon der gesamten Technik, 2. Aufl. IV.

Zahnscheiben mit mehreren konzentrischen Zahnkränzen und macht das Antriebsrad auf der Welle des Messerrades verschiebbar. Zum ruckweisen Drehen der Vorschubwalzen zwischen zwei aufeinander folgenden Schnitten benutzt man ein Schaltwerk mit Sperrad und Sperrklinke.

Um Verletzungen der Arbeiter vorzubeugen, müssen Sicherheitsvorrichtungen, z. B. durch Abdecken der bewegten Teile, vorgesehen werden. Am gefährlichsten ist die Möglichkeit, daß der Arbeiter beim Nachschieben des Strohes mit der Hand in die Vorschubwalzen gelangt. Um dies zu verhüten, ist eine große Zahl von Sicherheitsvorrichtungen getroffen, z. B. ist die Lade in der Länge des Armes durch einen Deckel abgedeckt. Lanz ersetzt diesen Deckel durch Rollen, um die Reibung zu verringern. Bei vielen Häckfelmaschinen wird der Antrieb ausgeschaltet oder die Maschine rückwärts gedreht, sobald der Arbeiter bei zu tiefem Hineinlangen einen gewissen Druck auf den Ladendeckel oder einen in seinem Bereich angeordneten Hebel ausübt, wodurch ein Schalthebel in Tätigkeit gesetzt wird.

In neuerer Zeit kommen die Häckfelmaschinen mit Maschinenantrieb, z. B. zum Zerfchneiden des Strohes unmittelbar hinter der Drehmaschine, viel in Anwendung. Eine solche von J. Kemna, Breslau (f. den Katalog, Marke DD 4), beansprucht in Verbindung mit einem Elektromotor für eine stündliche Leistung von 30—40 Zentner Pferdehäckfel oder 50—60 Zentner Rinderhäckfel bei 250 Umdrehungen in der Minute 4 PS. Kraftbedarf. Die Messer laufen in einem geschlossenen Gehäuse und tragen am Umfange Windflügel, die das geschnittene Häckfel durch das Ausblasrohr zur Abladestelle oder in Säcke befördern.

Bei kleinen Handhäckfelmaschinen rechnet man stündlich 85—90 kg kurzen und 120—150 kg langen Häckfel bei 30 Umdrehungen und 60 Schnitten in der Minute sowie 200—250 mm Breite des Mundflücks. — Die großen Dampfhäckfelmaschinen sind mit Sieb- und Entflaubungsvorrichtungen ausgerüstet. Die Preise schwanken je nach Größe und Ausführung zwischen 40 und 2520 *M.*

Näheres ergeben die Kataloge der Fabriken für landwirtschaftliche Maschinen, z. B. von J. Kemna, Breslau; Kriefel, Dirschau; H. Lanz, Mannheim; Maschinenfabrik Badenia, vorm. Platz Söhne, Weinheim; Eckert, A.-G., Berlin; F. Zimmermann & Co., Halle; Bergedorfer Eisenwerk u. a.

Wrobel.

Hähne (Hahnen), häufig die Kollektivbezeichnung der Abperrvorrichtungen, wie sie bei den Rohrleitungen für Wasser, Gas, Luft u. f. w. vorkommen.

Man unterscheidet in bezug auf den Gebrauch: Auslaufhähne (Bd. 1, S. 401), Durchgangshähne (Bd. 3, S. 107, 164, 168, 207), Klofethähne, Badehähne (f. Badebatterie, Bd. 1, S. 447, und Mischhähne), Feuerhähne (f. Hydranten, Feuerchutz), Toilettehähne u. f. w.; nach der Konftruktion: Kegelhähne, Ventilhähne, Gumminieder-schraubhähne, Schieberhähne.

Blecken.

Hähne, als Maschinenteile zum Abschließen einer Rohrleitung oder zum Regeln der Durchflußmenge, haben gegenüber den Ventilen den Vorteil der einfacheren Bauart und billigeren Anlage, aber den Nachteil, daß sie öfter festsitzen oder undicht sind und lecken, auch daß bei dem schnellen Abschließen der Hähne an längeren Wafferröhren infolge der Trägheit der strömenden Masse starke Druckstöße auftreten.

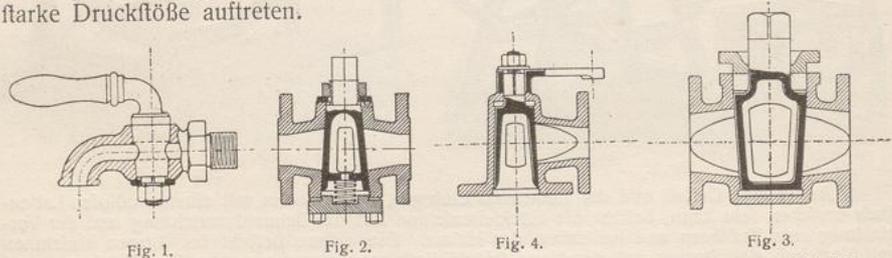


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 4.

Fig. 3.

Das Kükcn, der Wirbel oder Konus, steckt drehbar und nachziehbar mit 14—22 mm Unterschied der Durchmesser auf 100 mm Kegellänge eingepaßt und eingeschliffen im Gehäuse. Er darf am weiteren Ende, das Gehäuse am engeren Ende nicht über den andern Teil hinaus kegelförmig fortgesetzt sein, weil sonst Ansätze entstehen, die das Einschleifen und Nachstellen verhindern.

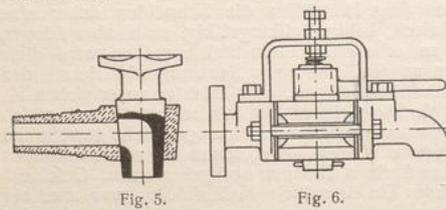


Fig. 5.

Fig. 6.

Zum Anziehen dient meist eine Schraubenmutter (Fig. 1) auf dem herausragenden Gewindegapfen, die auf einer mitgehenden, gewöhnlich auf einem Vierkant verschiebbaren Unterlagscheibe ruht. Selbstdichtende Hähne (Fig. 2) sind an dem weiteren Ende durch einen Deckel so abgeschlossen, daß der Flüssigkeitsdruck oder auch eine Feder den Dichtungsdruck erzeugt. Packhähne (Fig. 3) mit Stopfbüchse am weiteren Ende, zur Abdichtung von Gasen, können am Boden ganz geschlossen fein oder eine Abdrückschraube erhalten oder durch eine über die Stellmutter gestülpte Kapfel geschlossen werden. Der Winkelhahn (Fig. 4) erhält den Zufluß von unten. An Hähnen für gelegentliche Dampfanschlüsse empfiehlt sich Fett schmierung mit Nuten in den Dichtungsflächen

oder Asbesteinlagen. Für ätzende Flüssigkeiten benutzt man Hähne aus Steinzeug, z. B. den Unterlaufhahn (Fig. 5) mit konischem Gewinde zum Einschrauben in Bleileitungen, oder den Klotzhahn (Fig. 6) mit Federanpressung des Kükens und mit Anschließen von emailliertem Gußeisen.

Die Vierkantenden für Hahn Schlüssel zeigen an einem vertieften Strich die Durchlaßrichtung an. Um selbsttätiges Schließen eines in Betriebsstellung offenen Hahnes zu verhüten, läßt man an Wasserstandshähnen den Griff nach unten hängen, an den Eisenbahnbremsen in wagerechter Lage auf einem festen Anschlag aufrufen. Festsitzende Hähne sind durch Schläge mit dem Hammerstiel zu lockern.

Die Gehäuse mit einer Baulänge von $2d + 100$ mm oder weniger tragen an den Enden Flanschen, Muffen, Gewindepapfen, Gewindemuffen, Lötzapfen, Schlauchansätze oder Ausläufe (f. a. Auslauf-, Durchgangs-, Dreiweghähne). Vierweghähne verbinden in den verschiedenen Stellungen zwei gegenüber oder neben-, auch übereinander mündende Leitungen.

Die Preise der Hähne gewöhnlicher Bauart in gangbaren Größen von 1–10 cm lichter Weite betragen näherungsweise für d cm Durchgangswerte: Hähne ganz in Gußeisen $0,4d^2 + 3M$; Eisengehäuse mit Rotgußkükens, wegen der ungleichen Wärmeausdehnung für warme Flüssigkeiten nicht geeignet, $0,7d^2 + 3M$; ganz in Messing, wegen Porosität für Ueberdruck nicht brauchbar, $1,1d^2 + 3M$; ganz in Rotguß $1,3d^2 + 3M$; in Steinzeug $0,2d^2 + 2M$ bis $0,3d^2 + 3M$; desgleichen mit Eisenausrüstung $0,4d^2 + 4M$; in Hartblei $1,1d^2 + 5M$; in Hartgummi $1,2d^2 + 10M$; Dreiweghähne sind 30% teurer.

Lindner.

Häkelfmaschine, Häkeln, f. Wirkerei.

Hällefint, ein dichtes und gleichartiges Gestein, das zumeist aus Quarz und Feldspat besteht; in vielen Fällen tritt noch Glimmer hinzu. Diese beiden Gemengteile sind in so geringer Korngröße vorhanden, daß sie mit bloßem Auge selten erkannt werden können.

Die Hällefinten sind meist hell gefärbt, grau, gelblich, grünlich oder rötlich, haben splinterigen bis muscheligen Bruch und ähneln im Äußeren den Feuersteinen. In bezug auf ihre mineralische Zusammensetzung stehen sie den Felsiten (Petrofelsen) sehr nahe; durch Aufnahme von Einsprenglingen von Quarz, Glimmer oder Feldspat erhalten die Hällefinten einen porphyrtartigen Charakter. In vielen Fällen sind sie lagenartig, schieferig durch parallel angeordnete Glimmerblättchen (Muskovit) oder gebändert. Die Ablonderung ist meist eine würfelförmige, durch eine starke Zerklüftung erzeugt. Ihrer chemischen Natur nach sind die Gesteine reich an Kieselsäure (65–80%), arm an zweiwertigen Metallen (*Fe, Ca, Mg*) und relativ reich an Alkalien (5–10%); der Tonerdegehalt schwankt zwischen 12 und 17%. Das spez. Gew. bewegt sich zwischen 2,7 und 2,75. In dünnen Splintern schmilzt Hällefint ziemlich leicht vor dem Lötrohr im Gegensatz zu ähnlich aussehenden Quarziten. Bei der Verwitterung bildet sich außen in der Regel eine weiße Kruste, herrührend von dem zu Kaolin umgewandelten feldspatigen Gemengteil. Die mineralische Zusammensetzung und die schieferige und schichtige Struktur reiht die Hällefinten den Gneisen und kristallinen Schiefern an, mit welchen sie auch in den Urgebirgsmassiven wechsellagern, besonders in Schweden, Schlesien u. f. w. In der Gesteinsbeschaffenheit steht ihnen nahe der Adinole, ein dichtes, sehr hartes und sprödes, lagenartig gebändertes Gestein, das wesentlich aus einem Albitfeldspat und Quarz besteht und besonders mit Kieselschiefer vergesellschaftet in der unteren Steinkohlenformation (Kulm) auftritt (Schlesien, Harz, Nassau), also ein echtes Schichtgestein darstellt. Die Adinole sind meist würfelförmig und sehr scharfkantig zerklüftet, selten geschiefert. Der Gehalt an Natron überwiegt denjenigen an Kali. Das spez. Gew. reicht von 2,5 bis 2,9. Schieferige, adinolartige Gesteine werden als sogenannte Hornschiefer bezeichnet und treten ebenfalls mit Kieselschiefern auf.

Die technische Verwendung der Hällefinten und verwandten Gesteine beruht auf ihrer großen Härte (6–7), welche sie zu Straßenbaumaterial in frischem Zustande geeignet macht. Die starke Zerklüftung erschwert oft die Gewinnung von Pflastersteinen, erleichtert dagegen die Benutzung zu Kleinschlag und zur Beschotterung. Das dichte Gefüge macht die Gesteine für Pflasterungen nicht sehr geeignet. Manche Adinole lassen sich bei nicht zu dichtem Korn als Wetzsteine verwenden. Eisenfreie Hällefinte in kaolinischer Umwandlung werden in China zur Porzellanfabrikation verwendet.

Leppia.

Hämachat, f. Quarz.

Hämatinon (Porporino), im Altertum rotes, undurchsichtiges Glas für Prunkgefäße, Mosaiken u. f. w.

Die Masse wird ziemlich oft in den pompejanischen Ausgrabungen gefunden, ist härter als gewöhnliches Glas, nimmt eine schöne Politur an, verliert durch Schmelzen die rote Färbung und enthält außer Kupferoxydul keine färbende Substanz. Nach Pettenkofer wird die Glasmasse durch Zusammenschmelzen von Kieselsäure, Kalk, Magnesia, Soda, Bleiglätte, Kupferhammerchlag und Eisenhammerchlag erhalten. Ersetzt man einen Teil der Kieselsäure durch Borflure, so entstehen die sogenannten Astralite (f. d.). Hämatinon dient ferner zur Erzeugung des Aventuringlases (f. d.).

Hämatit, f. v. w. Blutstein (f. d.).

Hämatoxylin, in Blauholz oder Kampescheholz enthaltene organische Substanz von der Zusammensetzung $C_{16}H_{14}O_6 + 3H_2O$, welche in die Reihe der natürlich vorkommenden Chromogene gehört und das Färbvermögen des Blauholzes bedingt.

An sich kein Farbstoff — es bildet gelbliche, in reinem Zustand farblose, glänzende, süß schmeckende Kristalle (quadratische Säulen) —, geht das Hämatoxylin nämlich beim Stehen

feiner ammoniakalischen Lösung an der Luft durch Oxydation in einen um zwei Wasserstoffatome ärmeren Körper, den eigentlichen Farbstoff, das Hämatein $C_{16}H_{12}O_8$, über, welcher aus der Lösung durch Essigsäure als rotbrauner, in trockenem Zustand metallglänzender Körper abgeschieden wird. Die chemische Konstitution des Hämatoxylins bedarf noch der Aufklärung. Bei der Destillation oder dem Schmelzen mit Aetzkali liefert es Reforcin und Pyrogallussäure (f. a. Farbstoffe, pflanzliche, Bd. 3, S. 636). Die Reaktionen des Hämatoxylins sind wichtig für die Färberei, Tintenfabrikation, den Zeugdruck. In der Maßanalyse findet es zuweilen Anwendung als Indikator, insbesondere zur Bestimmung der Chinaalkaloide. *Bujard.*

Händel, Bezeichnung für einen Handhebel an Steuerungen u. dergl.

Hängarm (Werkarm), f. Wirkerei.

Hänge, ein heizbares, isoliert stehendes Trockengebäude oder ein durch mehrere Etagen des Fabrikgebäudes sich erstreckender großer Raum, der das Aufhängen von leinenen oder baumwollenen Geweben in möglichst großer Längsausdehnung behufs Trocknung gebleichter oder gefärbter Stücke oder zum Zweck der Fixierung von Beizen oder Farblacken auf gepflatteten oder bedruckten Stücken gestattet.

Gewöhnlich ist das von Wänden aus starkem Mauerwerk getragene Dach mit mehreren Verchalungen versehen, um den Wärmeverlust durch daselbe möglichst zu verhindern. Unter der Decke befinden sich Rahmen aus starken Balken, an welchen Querleisten in Abständen von 10 cm an beiden Seiten und zwar so angebracht sind, daß je eine untere Leiste in der Mitte des von zwei oberen Leisten gebildeten Zwischenraums sich befindet. Zwei derartige Rahmen, nebeneinander liegend, sind von dem nächsten Paar durch eine Galerie getrennt. Ringsum läuft eine weitere Galerie. Von den Galerien aus geschieht das Aufhängen der Stücke in der Weise, daß man das Ende eines Stückes zwischen zwei Leisten bis nahe zum Boden herunterfallen läßt, darauf mit dem übrigen Teil in der gleichen Weise zwischen dem nächsten (oberen und unteren) Leistenpaar verfährt und nahe dem Boden in gleichem Abstand von demselben immer wieder eine Falte durch abwechselndes Aufhängen auf einer oberen und einer unteren Leiste bildet, bis das andre Stückende erreicht ist. In ähnlicher Weise erfolgt, nur in umgekehrter Richtung, das Abnehmen der Stücke. Auf dem Boden oder auch längs der Wände sind Dampfrohre angeordnet, über welchen ein Lattenboden angebracht ist. Unter Umständen ist es zweckmäßig, ein zweites Rohrsystem in die Dachverchalung zu legen, um die Kondensation der Dämpfe an der Decke zu verhindern. Infolge der Anwendung des Heizsystems an dem Boden steigt natürlich die warme Luft empor, durchtreibt die feuchten Gewebe und sättigt sich allmählich mit Wasserdampf. Die feuchte Luft, von der nachströmenden zunächst getragen, kühlt sich aber allmählich ab und sinkt in der Nähe der kälteren Wandungen herab. Handelt es sich um ein möglichst schnelles Trocknen von Geweben in der Hänge, so ist es aus diesem Grunde richtig, die kalte, feuchte Luft durch am Boden mündende Abzugseifen, die andererseits über das Dach reichen, abströmen zu lassen.

Dient die Hänge zur vorläufigen Fixierung von Beizen und Farblacken, so bedarf die Luft außer einer erhöhten Temperatur auch eines gewissen Feuchtigkeitsgehaltes, damit die sich dabei abspielenden chemischen Prozesse in erwünschter Weise verlaufen. Man erreicht dies am praktischsten in der Weise, daß man Abzweigungen der Dampfleitung in mit Wasser gefüllte eiserne Kästen führt und die aus denselben entweichenden Dämpfe sich mit der Luft mischen läßt. *R. Möhlau.*

Hängebahnen (Schwebbahnen, Luftbahnen) sind schwebende einschienige Bahnen mit hängenden Wagen (Schwerpunkt unterhalb der Laufschiene), die meist im Nahtransport als Fördermittel für wagerechte und geneigte Richtung zur Bewegung von Einzellasten dienen. Im übrigen vgl. a. Fabrikbahnen, Seilbahnen, Krane für Massentransport (Hochbahnkrane), Massentransport und [1].

Die Hängebahnen sind aus dem Bedürfnis zur Entlastung der Werkfohle entstanden: der Boden bleibt für den Verkehr frei; das Hängegleis wird nicht durch irgendwelche Körper oder durch das Fördergut versperrt und bleibt stets sauber; Möglichkeit wagerechter Verlegung unabhängig von unebenem Boden, daher geringer Arbeitsaufwand, leichtes Auschieben der Wagen infolge pendelnder Aufhängung. Gesamtreibungszahl für gut gebaute Bahnen und Wagen 0,01, bei Rollenlagern 0,008–0,006.

Der Betrieb (Zugbetrieb selten) erfolgt a) von Hand (meist beim Beladen und oft auch beim Entladen [2]): ein Arbeiter schiebt einen Wagen im Gesamtgewicht von 1–2 t, oder b) mittels Zugseils (Drahtseilhängebahn [3] oder Kette (Kettenhängebahn) [4], oder c) seit Einführung von elektrischen Antriebsmaschinen mit besonderer, an den Wagen angebauten Elektromotoren (Elektrohänge-, Telpherbahnen) u. f. w.) [5], Stromverbrauch nur entsprechend den Nutzleistungen. Durch Vereinigung von b) und c) (Fig. 1) ist es gelungen, stark geneigte Strecken innerhalb einer im übrigen wagerechten Bahn ohne Erhöhung der Motorenstärken zu überwinden, indem man eine sich am Beginn der Steigung selbsttätig mit den Wagen

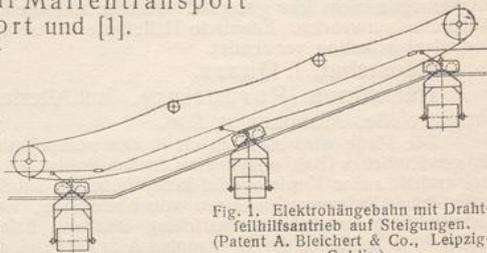
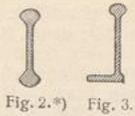
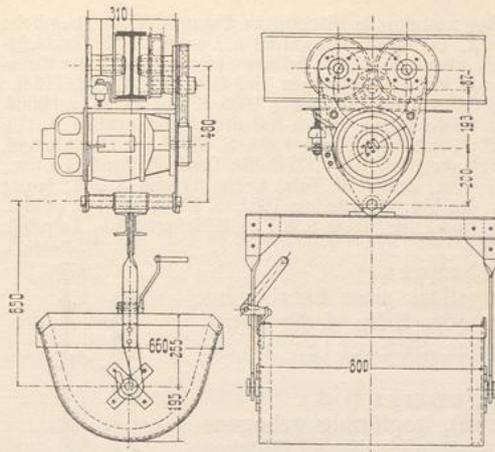


Fig. 1. Elektrohängebahn mit Drahtseilhilfsantrieb auf Steigungen. (Patent A. Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis.)



kuppelnde Zugvorrichtung (Seil, Kette) vorfieht, die unter Ausschaltung des Motors die Last über die Steigung zieht (Seilrampenbetrieb) [6]. Für Hängebahnen mit Lasten bis etwa 1,5 t zeigen die Fig. 2 und 3 vielfach gebräuchliche Schienenprofile. Die Aufhängung der Schienen erfolgt an hölzernen oder eisernen Gerüsten, an Decken oder an Wänden mittels Konfolen u. f. w.; Abzweigungen mit selbsttätig oder von Hand einstellbaren Weichen [7] oder Drehscheiben [8]. Für Lasten von 1,5—10 t und mehr, insbesondere auch bei Elektro- hängebahnen ist die Bahn meist aus J- oder T-Eisen gebildet (Fig. 4 und 5), auf deren Unterflansch meist die Motorkatzen laufen. Geschwindigkeiten bis zu 3,5 (5,1) m/sec. Bedienung mittels Fernsteuerung [9] oder durch einen mit der Katze fahrenden Mann (Fig. 6 und 7 und [10]). Die Hängebahnen bestehen entweder für sich [11] oder bilden

Fig. 4 und 5. Elektrohängebahn von W. Frederhagen, Offenbach.

den Anschluß an Seilbahnen (f. d. und [12]). Für die Hängebahnen kommen in Betracht Wagen von 1—8 hl Kasteninhalt (Trapezquerschnitt [Fig. 1] oder Muldenform [Fig. 4]; der drehbar aufgehängte Kasten kann selbsttätig gekippt werden) oder vielgestaltige Wagen für die verschiedensten Sonderzwecke (Säcke, Kisten, Tonnen, Langholz, Scheitholz, Eisenträger, Formsteine u. f. w.) [13] oder auch Greifer

(Fig. 6 und 7) bzw. Wagen für schmalspurige Standbahnen, Selbstentlader u. dergl. [14]. Die Last bzw. das Gefäß für die Nutzlast hängt entweder fest oder in senkrechter Richtung beweglich am Hängebahnwagen; im letzteren Falle erfolgt der Hebevorgang von Hand [15] oder (besonders bei den Elektrohängebahnen) durch eine mittels Hubmotors zu betätigende Winde (Fig. 6 und 7

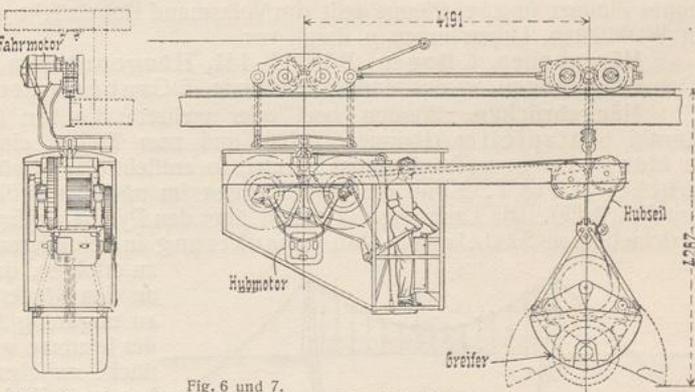


Fig. 6 und 7. Elektrohängebahn der Dodge Coal Storage Co., Philadelphia.

und [16]). Ueber Hängebahnwagenaufzüge vgl. [17], über Haufenlagerbetätigung mittels Hängebahnen vgl. Haufenlager und [18], über selbsttätige Füllvorrichtungen für Elektrohängebahnen vgl. [19], über selbsttätige Hängebahnwägevorrückungen (Reuther & Reifert in Hennef a. Sieg) f. [20].

Literatur: [1] Hütte, 19. Aufl., 1. Teil, Art. „Förder- und Lagermittel für körnige und stückige Stoffe“ von M. Buhle, S. 1235 ff. sowie 2. Teil, Art. „Drahtseilbahnen“ von P. Stephan, S. 688 ff. — [2] Aus- und Einkuppeln, Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1527 (J. Pohlig, A.-G., Köln) und S. 1771 (A. Bleichert & Co., Leipzig-Gohlis). — [3] Buhle, Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern (Maffengütern), 3. Teil, Berlin 1906 (W. Preden- hagen, Offenbach a. M.), ferner Rafsch, Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1531, und v. Hanff- engel, Dinglers Polyt. Journ. 1906, S. 354 ff. — [4] Derf., ebend. S. 353 (Schaukeltransporteur von Stolz, Stuttgart). — [5] Buhle, Deutsche Bauztg. 1904, S. 527, und Dieterich, Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 1719 ff., und Dinglers Polyt. Journ. 1904, 8. Heft. — [6] Buhle, Deutsche Bauztg. 1906, S. 243 ff. — [7] Rafsch, Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1531 (Pohlig), S. 1775 (Bleichert); Dieterich, ebend. 1904, S. 1771 (Weichensicherung). — [8] Buhle, Deutsche Bauztg. 1906, S. 308. — [9] Derf., ebend. S. 243. — [10] Derf., „Stahl und Eisen“ 1906, S. 650 ff. — [11] Derf., Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 90; ebend. 1900, S. 73 ff. (Temperley-Transporteur); Techn. Hilfsmittel u. f. w., II, S. 95 ff. und III, S. 61 (Carfon-Hängebahn). — [12] Derf., ebend. I, S. 91 bzw. Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1095. — [13] Abt, Handb. der Ing.-Wissensch., Bd. 5, 8. Abt., Leipzig 1901, S. 131, und Rafsch, Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1902, S. 1528 und 1772;

* Anmerkung zum Schienenprofil Fig. 2. Schwaches Profil: $h \sim \begin{cases} 12 \text{ cm;} \\ 15/16 \end{cases}$ $W \sim \begin{cases} 45 \text{ qcm;} \\ 100 \end{cases}$ $G \sim \begin{cases} 13 \text{ kg/m.} \\ 23 \end{cases}$
(h = Höhe, W = Querschnittsfläche, G = Gewicht in Kilogramm).

ferner Dieterich, Zeitschr. für chemische Apparatenkunde (Elektrische Transporte für chemische Fabriken), 1. Jahrg., Nr. 8 und 9; desgl. Buhle, Technische Hilfsmittel u. f. w., II, S. 82: Schlachthaushängebahnen (Unruh & Liebig, Leipzig); ebend. III, S. 77: Fahrbare Hängebahnen für Koks-transport auf Gasanfalten (von Bleichert) und Elektrische Bahnen und Betriebe 1904, S. 115 ff.: Trägertransporteur von Kolben, Prag. — [14] Buhle, Deutsche Bauztg. 1906, S. 243. — [15] v. Hanffstengel, Dinglers Polyt. Journ. 1906, S. 374 (Flaschenzug, Berlin-Anhalter Maschinenbau A.-G.). — [16] Buhle, Deutsche Bauztg. 1904, S. 527; „Stahl und Eisen“ 1906, S. 650 ff.; v. Hanffstengel, Dinglers Polyt. Journ. 1906, S. 373 ff. (Beck & Henkel, Kaffel). — [17] Buhle, Techn. Hilfsmittel u. f. w., I, S. 114 und 117, Fig. 53 (Bamag). — [18] Derf., ebend. III, Tafel I, Fig. 53 und S. 238; ferner Hütte, 19. Aufl., 2. Teil, S. 688 und Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 1772; 1906, S. 1463 ff. (C. E. Eggers, Hamburg). — [19] Derf., „Stahl und Eisen“ 1906, S. 651 (A. Bleichert & Co., Leipzig). — [20] Derf., Techn. Hilfsmittel, II, S. 142 ff.

M. Buhle.

Hängebahnen, f. a. Schwebebahnen.

Hängeband, kurzes Verbindungsstück eines Lehrbogens oder Hängewerks (f. d.) aus Holz oder Eisen (f. die Figur).

Hängebank, die Mündung eines Schachtes an der Erdoberfläche.

Hängebaum, Joch eines Hängewerks (f. d.).

Hängebleche (Kalottenbleche), trogförmig gebogene Bleche, die zur Herstellung der Fahrbahnplatte eiserner Brücken Anwendung finden (f. Brückenbelag). Ueber Berechnung der Hängebleche findet man Näheres in [1], [2].

Literatur: [1] Winkler, E., Vorträge über Brückenbau, IV, Querkonstruktionen der eisernen Brücken, Wien 1884. — [2] Häfeler, Der Brückenbau, Eiserne Brücken, 2. Lieferung, Braunschweig 1894.

Hängeboden, Zwischenboden, der, an das Hauptgebälke aufgehängt, ein hohes Zimmer in zwei Räume teilt (im Volksmund Bobelatsche genannt), kommt in Werkstätten, Lagerräumen u. dergl. vor.

Weinbrenner.

Hängebogen, f. Bogen, Bd. 2, S. 141, Hängebrücken, Kettenlinien.

Hängebrücken, in der Marktscheidkunde, f. Grubeninstrumente, S. 644.

Hängebrücken. Werden zwei oder mehrere Ketten (f. d.) über eine Anzahl Stützpfeiler (Pylonen) gelegt und zum Tragen einer Brückenbahn an Hängestangen (Tragstangen) benutzt, so entsteht eine gewöhnliche Hängebrücke (f. Fig. 1, 2 und die Darstellungen im nächsten Artikel, vgl. Hängebrücken, feste). Die Lagerung der Ketten über den Pylonen erfolgt auf horizontal verschiebbaren Sätteln und ihre Verankerung in besonderen Widerlagern

zu erfolgen, da die Befestigung an den Köpfen der Stützpfeiler zu ungünstig für die Stabilität der letzteren wäre. Die Kettenstücke zwischen den Stützpfeilern und Widerlagern können nur durch ihr eignes Gewicht belastet sein (Fig. 1) oder noch

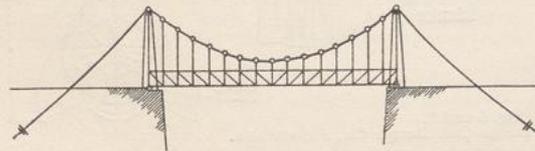


Fig. 1.

einen Teil der Fahrbahn tragen (Fig. 2); in ersterem Falle heißen sie Spannketten (Rückhaltketten), zum Unterschiede von den Tragketten. Da die Ketten aus einzeln gelenkartig verbundenen geraden Stäben (Stabketten, Fig. 1); oder aus Drahtseilen (Drahtkabeln, Fig. 2) bestehen können, so hat man die Hängebrücken in Kettenbrücken und Kabelbrücken unterschieden.



Fig. 2.

Die Möglichkeit der Bewältigung größter Spannweiten durch Hängebrücken und die größere Billigkeit der letzteren auch in andern Fällen sind in erster Linie durch die hervorragenden Festigkeitseigenschaften des jetzt erhältlichen Stahldrahts bedingt. Während bis Anfang der siebziger Jahre des vorigen Jahrhunderts die Zugfestigkeit des Drahtes für Brückenkabel nicht wesentlich über 7000 kg pro Quadratcentimeter hinausging, wurde von Röbling für die 1877

bis 1879 hergestellten Kabel der Brooklynbrücke über den East-River in New York erstmals Gußstahldraht verwendet, welcher bei 11250 kg Festigkeit und 5280 kg Elastizitätsgrenze ohne Herabsetzung der rechnungsmäßigen Sicherheit Beanspruchungen bis 3300 kg pro Quadratzentimeter gestattete. Seither wurde zu Brückenkabeln geeigneter Gußstahldraht mit Festigkeiten von 12000—15000 kg bei 6000—7000 kg Elastizitätsgrenze, 2—4% Dehnung und 2100000 bis 2200000 kg Elastizitätsmodul des einzelnen Drahtes hergestellt. Für die neue Williamsburgbrücke in New York [34], [36], S. 289, beispielsweise war Draht von 14000 kg pro Quadratzentimeter Festigkeit vorgeschrieben, der Beanspruchungen bis zu etwa 4400 kg pro Quadratzentimeter auszuhalten hat (die Proben ergaben durchschnittliche Festigkeiten von 15750 kg). Versuche mit Drähten und Drahtseilen f. [9], [16], [17], [29], [35], S. 82, [36], S. 228, vgl. Drahtprüfungen, Drahtseile, Kabel für Brücken.

Für die Theorie der Hängebrücken gelten die Drahtseile als vollkommene Ketten, d. h. als Stäbe mit stetig aufeinander folgenden reibungslosen Gelenken in der Achse. Den Stabketten werden ebenfalls reibungslose Achsgelenke und äußere Kräfte nur in letzteren angreifend zugeschrieben. Nebenwirkungen (f. d.) durch Reibungen und Biegungswiderstände sind, wie in andern Fällen, eventuell nachträglich zu berücksichtigen (f. z. B. [36], S. 16, 45, 208). Unter den erwähnten Voraussetzungen können in den Kettenquerschnitten niemals Biegemomente entstehen ($M_x = 0$); die resultierende Beanspruchung jedes Querschnitts greift in der Achse an und wirkt tangential der Kette ($\frac{dM_x}{ds} = T_x = 0$, f. Bogen, Bd. 2, S. 142). Demgemäß

ist jeder Kettenquerschnitt bei jeder Belastung gleichmäßig beansprucht, die Widerstandsfähigkeit des Materials also am besten ausgenutzt. Hierin liegt der zweite Hauptgrund für die Möglichkeit der Erreichung größter Spannweiten durch Hängebrücken, vgl. [27].

Wenn die Lasten unmittelbar an allein vorhandenen Ketten wirkten, so könnten fortwährend Änderungen der Kettenform entstehen, weil eben nach dem oben Gefagten diejenige Form entstehen muß, bei welcher die Kettenachse überall mit den resultierenden Schnittkräften zusammenfällt. Um solche Schwankungen zu vermeiden, wendet man sogenannte Versteifungsträger an (Fig. 1, 2), deren Aufgabe darin besteht, die auftretenden Lasten so auf die Kette zu verteilen, daß diese ihre Form nicht zu ändern braucht, abgesehen selbstverständlich von den unvermeidlichen elastischen Deformationen. In der Regel wird die Kettenform parabolisch gewählt und bilden die Versteifungsträger einfache Balkenträger mit einem festen und einem horizontal frei verschiebbaren Gelenkaufleger (f. Balken, einfache, Balkenfachwerke, Parallelträger, Fachwerke mehrfachen Systems u. f. w.); doch sind auch Anwendungen durchlaufender Balken und von Bogen nicht ausgeschlossen [35], S. 59, 61, [36], S. 218. In neuerer Zeit wurde dem erwähnten gewöhnlichen Versteifungsträger mitunter noch ein Gelenk eingefaltet [35], S. 5, wodurch eine statisch bestimmte Trägerart entsteht, d. h. die Berechnung aller Stützenreaktionen von Kette und Balken aus rein statischen Beziehungen (ohne Zuhilfenahme der Elastizitätslehre) ermöglicht wird. Bei Projektierung von Hängebrücken pflegen für die einzelnen Oeffnungen gegeben zu sein oder sind zunächst anzunehmen: die Spannweite l , die Differenz k der Stützhöhen, die Tiefe t des Kettenfichtels unter dem höchsten Stützpunkt und die in Betracht kommenden Verkehrslasten. Wir fassen im folgenden neben den allgemeinen Beziehungen besonders die einfachen und praktisch wichtigsten Fälle ins Auge, im übrigen auf die angeführte Literatur verweisend.

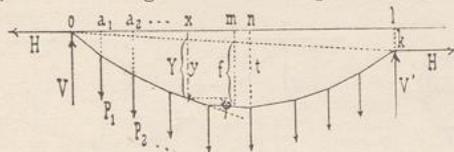


Fig. 3.

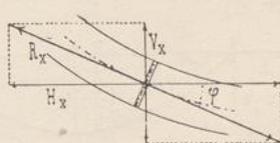


Fig. 4.

a) Ketten, Kabel. Es handle sich um eine Oeffnung von der Spannweite l und der Höhendifferenz k der Stützpunkte (Fig. 3). Ursprung der Koordinaten im höchsten Stützpunkt, x -Achse horizontal, positive Richtung der y -Achse nach unten, für $x=l$ ist $y=k$. An beliebigen Stellen a_1, a_2, \dots mögen beliebige (vertikale) Lasten P_1, P_2, \dots angreifen, wobei die P auch unendlich klein und die Abziffern a nur um Differentiale verschieden sein können (stetig verteilte Lasten, f. Belastung der Träger). Bezeichnen H die von dem Auflager 0 oder dem angrenzenden Kettenstücke ausgehende Horizontalreaktion im Querschnitt 0 der betrachteten Oeffnung (Horizontalanschub), und V, V' die durch die betrachtete Oeffnung bedingten Teile der Vertikalreaktionen bei 0 und l , dann hat man:

$$V = \frac{1}{l} \sum_0^l P(l-a) + \frac{k}{l} H, \quad V' = \frac{1}{l} \sum_0^l P a - \frac{k}{l} H, \quad 1.$$

und die Horizontalkraft, Vertikalkraft und resultierende Schnittkraft im Querschnitt x , welche wir stets auf die Fläche links von x beziehen (Fig. 4):

$$H_x = H, \quad V_x = V - \sum_0^x P, \quad R_x = \sqrt{H^2 + V_x^2}, \quad 2.$$

womit:

$$V_0 = V, \quad V_l = -V', \quad V + V' = \sum_0^l P = V_0 - V_l. \quad 3.$$

Die Kraft R_x wirkt als Zug in der Kettenachse, für welche man hat:

$$y = \frac{1}{H} [V x - \sum_0^x P(x-a)], \quad \frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \varphi = \frac{V_x}{H}, \quad 4.$$

und da $R_x = H\sqrt{1 + \text{tg}^2 \varphi}$, $R = H\sqrt{1 + \text{tg}^2 \varphi_0}$, $R' = H\sqrt{1 + \text{tg}^2 \varphi_l}$, 5.
 so tritt die größte Kettenkraft beim größten φ , d. h. in praktischen Fällen immer als R bei der höchsten Stütze ein. Bezeichnet Y die vertikale Abweichung eines Kettenpunktes von der Verbindungsgeraden der Stützpunkte (Fig. 3), so läßt sich die Gleichung der Kettenlinie anstatt durch 4. auch ausdrücken:

$$Y = y - \frac{k}{l} x = \frac{1}{Hl} [(l-x) \int_0^x P a + x \int_x^l P(l-a)]. \quad 6.$$

Wird für $x = l/2 = m$ gesetzt $Y = f$, so liefert diese Gleichung:

$$H = \frac{1}{2f} \left[\int_0^m P a + \int_m^l P(l-a) \right], \quad 7.$$

und sind $x = n$, $y = t$ die Koordinaten des Kettenpunktes, für welchen $\text{tg} \varphi = 0$, dann hat man:

$$x = n, \text{ wo } V_x = 0 \text{ oder } \int_0^n P(l-ka) = t \int_0^n P(l-a). \quad 8.$$

Für gleich hohe Stützpunkte ($k=0$) und symmetrische Belastung liegt der Punkt n selbstverständlich in der Mitte der Oeffnung ($n=m$, $t=f$).

Nach vorstehenden Gleichungen entspricht im allgemeinen jeder bestimmten Lastverteilung eine bestimmte Form der Kette, während bei bestimmter Kettenform nach 7. der Horizontalanschub und damit nach 5. alle Beanspruchungen der Kette mit der Größe der Lasten wachsen. Für eine auf die ganze Spannweite gleichmäßig verteilte Last von u pro Längeneinheit, wie sie bei Berechnung der Beanspruchungen der Kette angenommen zu werden pflegt, gehen obige Gleichungen in die folgenden über (f. Belastung der Träger):

$$H = \frac{ul^2}{8f}, \quad V = \frac{ul}{2} + \frac{k}{l} H, \quad V' = \frac{ul}{2} - \frac{k}{l} H, \quad 9.$$

$$V + V' = ul, \quad V_x = V - ux = H \text{tg} \varphi, \quad R_x = \frac{ul^2}{8f} \sqrt{1 + \text{tg}^2 \varphi}, \quad 10.$$

$$Y = y - \frac{k}{l} x = \frac{4f}{l^2} x(l-x), \quad \text{tg} \varphi = \frac{k}{l} + \frac{4f}{l^2} (l-2x), \quad 11.$$

wonach speziell für φ bei $x=0$ und l :

$$\text{tg} \varphi_0 = \frac{k}{l} + \frac{4f}{l}, \quad \text{tg} \varphi_l = \frac{k}{l} - \frac{4f}{l}. \quad 12.$$

Die Kettenlinie ist in diesem Fall eine Parabel mit vertikaler Achse (Fig. 5). Bei gleich hohen Stützpunkten ($k=0$) liegt der Punkt $\varphi=0$ in der Mitte ($n=m$, $t=f$); bei verschiedenen hohen Stützpunkten hätte man z. B. bei gegebener Ordinate t des Punktes $\varphi=0$ dessen Abszisse n und damit den Pfeil f :

$$n = \frac{l}{k} (t - \sqrt{t^2 - tk}), \quad f = \frac{l}{4} \frac{lt - nk}{n(l-n)}. \quad 13.$$

Für Tragketten ist stets der Punkt $x=n$, $y=t$, $\varphi=0$ der tiefste Punkt der Kette (Fig. 5); für Spannketten dagegen liegt derselbe nicht mehr innerhalb der Spannweite (Fig. 6), und man hat als tiefsten Punkt $x=l$, $y=k$, $\varphi=\varphi_l$. — Andre spezielle Belastungen f. Ketten, Kettenlinien.



Fig. 5.

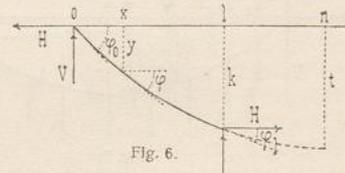


Fig. 6.

b) Versteifungsträger. Wir ziehen nur Versteifungsträger mit einem festen und sonst horizontal frei verschiebbaren Gelenkauflegern in Betracht (einfache und durchlaufende Balken). Bezüglich spezieller Behandlung durchlaufender Versteifungsbalken und von Bogen als Versteifungsträgern f. [28], I, S. 419 und II, S. 418, 433, [35], S. 52, 61, [36], S. 26, 34, 38, 43. Für einen gewissen Normalzustand, welchem die gewählte Form der Kette entspricht (bei parabolischer Kette für eine auf die ganze Spannweite gleichmäßig verteilte Last und normale Temperatur), fällt dem Versteifungsträger keine Aufgabe bezüglich der Kette zu. Kommen jedoch weitere Lasten Q_1, Q_2, \dots bei beliebigen Abzissen a_1, a_2, \dots zunächst auf den Versteifungsträger (Fig. 7), so sind diese auf die Kette so zu verteilen, daß letztere ihre Form nicht zu ändern braucht. Durch die Q und sonstige Einwirkungen (Temperaturänderungen u. f. w.) werden für den Versteifungsträger Stützenreaktionen A, A' für

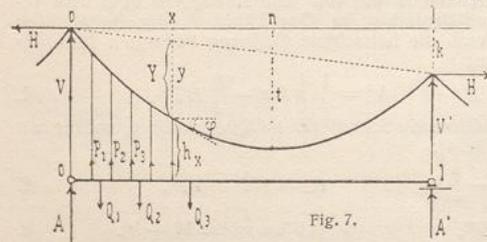


Fig. 7.

die Kette aber infolge der an den Tragflangen wirkenden neuen Lasten P_1, P_2, \dots Vertikalreaktionen V_z, V_z' und ein Horizontalanschub H_z hervorgerufen. Es ist festzuhalten, daß die Q u. f. w. zwar die ganzen Beanspruchungen und Stützenreaktionen des Versteifungsträgers liefern, wenn

deffen Eigengewicht mit zur Normalbelastung gehört, aber erst mit den Beiträgen letzterer die ganzen Beanspruchungen und Stützenreaktionen der Ketten. Beispielsweise sind im ganzen:

$H = H_n + H_z, \quad V = V_n + V_z, \quad V' = V'_n + V'_z,$ 14.
 unter H_n, V_n, V'_n die Beiträge der Normalbelastung zu H, V, V' verstanden. Bezeichnen für den Versteifungsträger $\mathfrak{A}, \mathfrak{A}'$ diejenigen Vertikalreaktionen bei 0 und l und $\mathfrak{M}_x, \mathfrak{B}_x$ diejenigen Werte des Moments M_x und der Vertikalkraft W_x in einem beliebigen Querschnitt x , welche durch die Q erzeugt würden, wenn keine Kette (und auch kein Zwischengelenk, vgl. c) vorhanden wäre, so hat man unter Mitwirkung der Kette:

$$A = \mathfrak{A} - \left(\operatorname{tg} \varphi_0 - \frac{k}{l} \right) H_z, \quad A' = \mathfrak{A}' + \left(\operatorname{tg} \varphi l - \frac{k}{l} \right) H_z, \quad 15.$$

$$M_x = \mathfrak{M}_x - H_z Y, \quad W_x = \mathfrak{B}_x - \left(\operatorname{tg} \varphi - \frac{k}{l} \right) H_z. \quad 16.$$

Die von den Q herrührenden Vertikalreaktionen der Kettenstützen sind:

$$V_z = H_z \operatorname{tg} \varphi_0, \quad V'_z = H_z \operatorname{tg} \varphi l \quad 17.$$

(φl negativ), und die entsprechende Vertikalkraft und Axialkraft im Querschnitt x der Kette:

$$V_x = H_z \operatorname{tg} \varphi = V_z - \sum_0^x P, \quad R_x = H_z \sqrt{1 + \varphi^2}. \quad 18.$$

Die Verteilung der Q auf die Kette bei der vorausgesetzten Wirksamkeit des Versteifungsträgers erfolgt also derart, daß

$$\sum_0^x P = V_z - H_z \operatorname{tg} \varphi = H_z (\operatorname{tg} \varphi_0 - \operatorname{tg} \varphi), \quad 19.$$

woraus auch die auf eine Tragflange kommende Last zu entnehmen ist.

Bei parabolischer Kette hat man nach 19. mit Rückficht auf 11., 12.:

$$\sum_0^x P = x H_z \frac{8f}{l^2} = x \cdot \operatorname{Const}. \quad \frac{l}{2} P = H_z \frac{8f}{l}; \quad 20.$$

die Q werden also gleichmäßig auf die ganze Spannweite verteilt. Mit Rückficht auf 11., 12. lassen sich auch die andern vorstehenden Gleichungen für parabolische Ketten spezialisieren. Beispielsweise erhält man:

$$A = \mathfrak{A} - H_z \frac{4f}{l}, \quad A' = \mathfrak{A}' - H_z \frac{4f}{l} \quad 21.$$

und die ganze Beanspruchung einer Tragflange, wenn λ den auf sie entfallenden Teil der Spannweite und T_n ihre Beanspruchung durch die Normalbelastung bedeuten:

$$T = T_n + H_z \lambda \frac{8f}{l^2}. \quad 22.$$

Reicht der Versteifungsträger nur über eine Oeffnung, so hat man in 15., 16. (Bd. 1, S. 504):

$$\mathfrak{A} = \frac{1}{l} \int_0^l Q (l-a), \quad \mathfrak{A}' = \frac{1}{l} \int_0^l Q a, \quad 23.$$

$$\mathfrak{M}_x = \mathfrak{A} x - \int_0^x Q (x-a), \quad \mathfrak{B}_x = \mathfrak{A} - \int_0^x Q, \quad 24.$$

welche Ausdrücke sich für stetig verteilte Lasten noch spezialisieren lassen (f. Belastung der Träger). Beispielsweise erhält man für eine auf die ganze Spannweite gleichmäßig verteilte Last von q pro Längeneinheit:

$$\mathfrak{A} = \mathfrak{A}' = \frac{q l}{2}, \quad \mathfrak{M}_x = x(l-x) \frac{q}{2}, \quad \mathfrak{B}_x = (l-2x) \frac{q}{2}. \quad 25.$$

Die gegebenen Gleichungen zeigen, daß alle Beanspruchungen der Kette und des Versteifungsträgers berechnet werden können, sobald der Horizontalschub H_z der Kette bekannt ist. Dieser ist jedoch bei einfachem Versteifungsträger nur statisch bestimmt, wenn ein Zwischengelenk eingeschaltet wird. Bei durchlaufendem Versteifungsträger wären ebensoviele Zwischengelenke einzuschalten, als Oeffnungen vorhanden sind [28], I, S. 419. Sofern für Versteifungsbalken auch negative Stützenreaktionen entstehen können, ist durch Verankerung für die Möglichkeit von oben nach unten wirkender Stützenreaktionen ohne Aenderung der sonstigen Beweglichkeit der Auflager Sorge zu tragen.

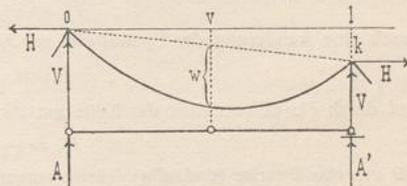


Fig. 8.

c) Einfache Versteifungsträger mit Zwischengelenk. Der Versteifungsbalken reiche nur über eine Oeffnung und erhalte an beliebiger Stelle $x = v$, wo $Y = w$ ist, ein Zwischengelenk (Fig. 8). Dann folgt aus der ersten Gleichung 16. wegen $\mathfrak{M}_v = 0$ der Horizontalschub:

$$H_z = \frac{\mathfrak{M}_v}{w} = \frac{1}{w l} \left[(l-v) \int_0^v Q a + v \int_v^l Q (l-a) \right] \quad 26.$$

und wenn, wie sich auch bei verschiedenen Stützhöhen empfehlen wird, das Gelenk in die Mitte der Spannweite gelegt wird, mit $v = l/2 = m, Y = f$:

$$H_z = \frac{1}{2f} \left[\int_0^m Q a + \int_m^l Q (l-a) \right]. \quad 27.$$

Speziell für eine auf die ganze Spannweite gleichmäßig verteilte Last von q pro Längeneinheit folgen in dem erwähnten allgemeineren und spezielleren Falle:

$$H_z = v(l-v) \frac{q}{2w}, \quad \text{bzw.} \quad H_z = \frac{q l^2}{8f}. \quad 28.$$

Bei parabolischer Kette erhält man mit dem letzten Ausdrucke und 12., 25. aus 15., 16.:

$$A = A' = 0, \quad M_x = 0, \quad W_x = 0, \quad 29.$$

so daß der Versteifungsträger mit Zwischengelenk in der Mitte bei parabolischer Kette durch beliebige auf die ganze Spannweite gleichmäßig verteilte Lasten q überhaupt nicht beansprucht wird (abgesehen von Beanspruchungen durch die Normalbelastung). Man braucht also bei der Berechnung der Ketten für eine solche Belastung auch keine Rücksicht auf den Versteifungsträger zu nehmen. Gleiches gilt für die Berechnung der Tragflangen, deren ganze Beanspruchungen nach 22. mit 28.:

$$T = T_n + q \lambda. \quad 30.$$

Dabei ist allerdings ein Versteifungsträger vorausgesetzt, welcher nach den Formeln für vollwandige Träger berechnet werden soll, wie dies besonders bei doppeltem System mit gekreuzten Diagonalen häufig zutreffen wird.

Bei Hängebrücken mit mehreren Oeffnungen und einfachen Versteifungsträgern darf nur der Versteifungsträger einer Oeffnung ein Zwischengelenk erhalten. Die Lasten Q dieser Oeffnung tragen allein zum Horizontal Schub H_z bei, welcher dann neben den betreffenden H_n in allen Oeffnungen zur Wirkung kommt. Da in den übrigen Oeffnungen die Lasten Q kein H_z liefern, so verhalten sich deren Versteifungsträger ihren Q gegenüber wie gewöhnliche Balkenträger ohne Kette (in den Formeln unter b) $H_z = 0$). Die Lasten Q der Oeffnung mit Zwischengelenk dagegen, weil ein H_z erzeugend, tragen nach den Formeln unter b) auch zur Beanspruchung der Versteifungsträger in den übrigen Oeffnungen bei, und zwar um so mehr, je größer H_z , so daß die Grenzwerte dieser Beiträge zugleich mit den Grenzwerten von H_z eintreten. — Bei einer wie bei mehreren Oeffnungen hat die Einschaltung des Zwischengelenks die Folge, daß der Horizontal Schub H_z und damit alle Beanspruchungen durch gleichmäßige, wenn auch verschiedene Temperaturänderungen von Kette, Balken und Tragflangen und kleine Bewegungen der Kabelfattel oder Kabel (Ueberziehen) nicht beeinflusst werden.

d) Einfache Versteifungsträger ohne Zwischengelenk. In diesem Falle erhält man auf Grund der gewöhnlichen Biegungstheorie (s. Biegung) zur Bestimmung des Horizontal Schubs H_z durch beliebige Belastung, eine gleichmäßige Temperaturänderung τ der Kette, eine Aenderung Δl der Spannweite, ein Ueberziehen der Kette in die betrachtete Oeffnung um Δs (s normale Kettenlänge) und Aenderungen Δh_x der Tragflangenlängen h_x [10], S. 129:

$$H_z \left(\int_0^l \frac{dx}{\mathcal{E} \mathcal{F} \cos^3 \varphi} + \int_0^l \frac{Y^2}{EJ} dx \right) = \Delta l - \left(\alpha \tau + \frac{\Delta s}{s} \right) \int_0^l \frac{dx}{\cos^2 \varphi} + \int_0^l \frac{M_x}{EJ} Y dx + \int_0^l \frac{d^1 \Delta h_x}{dx^2} Y dx, \quad 31.$$

worin \mathcal{E} , \mathcal{F} , α Elastizitätsmodul, Querschnitt und Ausdehnungskoeffizient der Kette, E , J Elastizitätsmodul und Trägheitsmoment des Versteifungsträgers, für Zunahmen τ , Δl , Δs , Δh_x positiv zu rechnen und die Tragflangen in stetiger Folge gedacht sind. Eine gleichmäßige Temperaturänderung des Versteifungsträgers hat keinen Einfluß auf H_z . Werden die einfachsten und gebräuchlichsten Annahmen gemacht, daß die Kette parabolisch, der Einfluß von Δh_x zu vernachlässigen und $\mathcal{E} \mathcal{F} \cos \varphi$, EJ konstant (Mittelwerte), so liefert 31. mit den Bezeichnungen:

$$c = \mathcal{E} \mathcal{F} \cos \varphi, \quad \varepsilon = 1 + \frac{k^2}{l^2} + \frac{16f^2}{3l^2}, \quad \beta = \frac{15 \varepsilon EJ}{8cf^2} \quad 32.$$

den Horizontal Schub durch beliebige Belastung:

$$H_z = \frac{5}{(1+\beta)8fl^3} \int_0^l Q a (l-a) (l^2 + la - a^2), \quad 33.$$

durch eine beliebige Temperaturänderung τ der Kette:

$$H_z = - \frac{c\beta}{1+\beta} \alpha \tau, \quad 34.$$

durch eine Aenderung der Spannweite um Δl :

$$H_z = \frac{c\beta}{1+\beta} \frac{\Delta l}{\varepsilon l}, \quad 35.$$

und durch ein Ueberziehen der Kette um Δs :

$$H_z = - \frac{c\beta}{1+\beta} \frac{\Delta s}{s}. \quad 36.$$

Für manche Zwecke (vorläufige Berechnungen u. f. w.) kann in 33. $\beta = 0$ und mit dem Mittelwert $7.6 l^2$ des letzten Klammerausdrucks

$$H_z = \frac{35}{48fl} \int_0^l Q a (l-a) \quad 37.$$

gesetzt werden. Durch eine auf die ganze Spannweite gleichmäßig verteilte Last von q pro Längeneinheit entsteht nach 33. (bei der vorausgesetzten parabolischen Kette):

$$H_z = \frac{q l^2}{(1+\beta)8f} \quad 38.$$

und damit nach 15., 16. mit 12., 25 für den Versteifungsbalken:

$$A = A' = \frac{\beta}{1+\beta} \frac{q l}{2}, \quad M_x = \frac{\beta}{1+\beta} \frac{q}{2} x(l-x), \quad W_x = \frac{\beta}{1+\beta} \frac{q}{2} (l-2x), \quad 39.$$

während nach 22. mit 38. die ganze Beanspruchung einer Tragflange:

$$T = T_n + \frac{q \lambda}{1+\beta}. \quad 40.$$

Bei etwaiger Berücksichtigung der Längenänderungen der Tragflangen sind auch die Längenänderungen der Pylonen einzufließen [15], S. 47, [36], S. 22. Bezüglich der Berücksichtigung der Längenänderungen der einzelnen Stäbe bei Fachwerken als Versteifungsträger f. [23], II, S. 265, 289, 418, [35], S. 17, 52 und Träger, zusammengesetzte, Fachwerke, flächig unbestimmte.

e) Mehrere Oeffnungen. Die bis jetzt gegebenen Beziehungen gelten für jede Oeffnung einer Hängebrücke, gleichgültig, ob letztere eine oder mehrere Oeffnungen besitzt. Wie bei Anwendung eines Zwischengelenks die Lasten Q der Oeffnung mit Zwischengelenk die übrigen Oeffnungen beeinflussen, wurde am Schlusse von c) erwähnt. Eine weitergehende gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Oeffnungen findet im Falle eines Zwischengelenks nicht statt.

Anders bei Versteifungsträgern ohne Zwischengelenk. Wenn in diesem Falle die Ketten oder Kabelfädel über den Zwischenstützen nicht befestigt sind, so kann die Belastung und Temperaturänderung der Kette in einer Oeffnung wegen der dadurch bedingten Δl , Δs nach 35., 36. auch Einfluß auf den Horizontalschub H_z (und damit auf die Beanspruchung von Kette und Versteifungsbalken) in andre Oeffnungen ausüben. Bei einer von Schwend berechneten Brücke über den Rhein von 80 m, 209 m und 80 m Spannweiten betrug das größte Δl der ersten Oeffnung 8 cm [16], S. 63. Man könnte diese Verschiebungen bei Betrachtung einer Oeffnung ohne Berücksichtigung der übrigen Oeffnungen in Rechnung ziehen (unter den Voraussetzungen von d) auf Grund von 35., 36.), wenn die Grenzwerte von Δl , Δs durch Beobachtung oder Schätzung festgestellt würden, andernfalls muß die Theorie eingreifen. Gewöhnlich ist die Anordnung derart, daß kein Ueberziehen der Kette ($\Delta s=0$), wohl aber nach Fertigstellung der Brücke eine horizontale Verschiebung der Kabelfädel stattfinden kann. Von der Reibung abgesehen, übertragen die Ketten alsdann nur vertikale Kräfte auf die Pylonen, während der ganze Horizontalschub $H=H_n+H_z$ in allen Oeffnungen gleich groß ist. Dies sei vorausgesetzt; H_n möge den Horizontalschub im Normalzustand (s. oben b), vor Verschiebungen Δl mit Wirkfamkeit des Versteifungsträgers bezeichnen. Der Wert von H oder H_z findet sich aus der Bedingung, daß die Aenderung der Summe aller Spannweiten $L=l_1+l_2+\dots+l_n$ sein soll:

$$\Delta L = \Delta l_1 + \Delta l_2 + \dots + \Delta l_n = 0. \quad 41.$$

Wird der Horizontalschub auf Grund parabolischer Kettenform unter den für 32.—40. gemachten Voraussetzungen berechnet, so drückt sich mit den Bezeichnungen

$$B = \frac{f}{J l^2} \frac{l}{6} Q a (l-a) (l^2 + l a - a^2), \quad T = \tau \epsilon l, \quad h = (1 + \beta) \frac{l f^2}{J} \quad 42.$$

zunächst in jeder Oeffnung l mit Versteifungsträger aus (für Spannketten s. unten):

$$\Delta l = \frac{8h}{15E} H_z - \frac{B}{3E} + \alpha T, \quad 43.$$

und da

$$H_z = H - H_n, \quad 44.$$

so liefert 41. zunächst für den Fall, daß jede Oeffnung einen Versteifungsträger enthält, den ganzen Horizontalschub in allen Oeffnungen im allgemeinsten Falle:

$$H = \frac{\sum h H_n}{\sum h} + \frac{5 \sum B}{8 \sum h} - \frac{15 E \alpha \sum T}{8 \sum h} + \frac{15 E \Delta l}{8 \sum h}, \quad 45.$$

worin die vier Summanden die Beiträge der Normalbelastungen (wenn die H_n verschieden), der Lasten Q , der Temperaturänderungen τ und einer etwaigen Aenderung Δl der Gesamtlänge L darstellen, welche Aenderung jedoch unter gewöhnlichen Verhältnissen ausgeschlossen sein wird. Ist hiernach H für einzelne oder alle Einwirkungen berechnet, so ergeben sich die H_z der einzelnen Oeffnungen aus 44., womit die Gleichungen unter b) in jeder Oeffnung anwendbar werden. Die Δl der einzelnen Oeffnungen würden sich aus 43. bestimmen lassen; sie können z. B. bei Berechnung der Einlenkungen interessieren. Sind die H_n in allen Oeffnungen gleich groß, was immer zutrifft, wenn die Kabelfädel schon während des Aufbringens der Normalbelastung (vor Wirkfamkeit der Versteifungsträger) frei verschiebbar sind, aber auch in andern wichtigen Fällen eintritt, dann liefert 45. mit 44. unmittelbar H_z , nämlich durch beliebige Belastungen und beliebige Temperaturänderungen aller Oeffnungen:

$$H_z = \frac{5 \sum B}{8 \sum h}, \text{ bzw. } H_z = - \frac{15 E \alpha \sum T}{8 \sum h}. \quad 46.$$

Für eine auf die ganze Länge einer beliebigen Oeffnung l gleichmäßig verteilte Last von q pro Längeneinheit entspricht dieser Oeffnung in 45., 46. (s. Belastung der Träger):

$$B = \frac{q f l^3}{5 J}. \quad 47.$$

Zu beachten ist, daß die Kettenabschnitte von den letzten Zwischenstützen nach den Widerlagern auch als Spannketten (ohne einen Teil der Fahrbahn zu tragen und ohne Versteifungsträger) besondere Oeffnungen darstellen, so daß jede Hängebrücke mindestens drei Oeffnungen zu haben pflegt. Setzt man für die Länge s einer Spannkette näherungsweise (Fig. 9) $s^2 = l^2 + k^2$, so folgt $2s \Delta s = 2l \Delta l$ und für genügend kleine endliche Aenderungen:

$$\Delta l = \frac{s}{l} \Delta s.$$

Da man nun für eine Kettenkraft $H_z \frac{s}{l}$ hat $\Delta s = \frac{H_z s^2}{6 E J l}$ und für eine Temperaturänderung $\tau \Delta s = \alpha \tau s$, so gilt für Spannketten:

$$\Delta l = \frac{s^3}{6 E J l^2} H_z + \alpha \tau \frac{s^2}{l}. \quad 48.$$

Der Vergleich mit 43. zeigt, daß die Gleichungen 43.—46. auch für Hängebrücken mit Spannketten (ohne Fahrbahnbelastung und ohne Versteifungsträger) gelten, wenn in den Oeffnungen mit Spannketten an Stelle von 42. gesetzt werden:

$$B = 0, \quad h = \frac{15 E s^3}{8 \cdot 6 E J l^2}, \quad T = \tau \frac{s^2}{l}, \quad \text{worin } s = \sqrt{l^2 + k^2}. \quad 49.$$

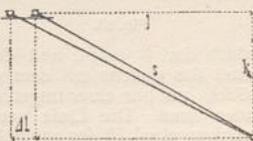


Fig. 9.

f) Grenzwerte. Die Grenzbeanspruchungen der Ketten und Tragflangen, sowie die Grenzwerte der Vertikalreaktionen V, V' der Kettenstützen treten nach den Formeln unter b) zugleich mit den Grenzwerten von H_z ein. Um diese zu erhalten, hat man in allen Oeffnungen, welche Einfluß auf H_z ausüben (f. oben), einmal möglichst stark (durch Eigengewicht und Verkehrslast), das andremal möglichst schwach (durch Eigengewicht allein) zu belasten, während bei statisch unbestimmtem H_z (vgl. d), e) im ersten Falle möglichst niedrige Temperatur (τ negativ), im zweiten möglichst hohe Temperatur (τ positiv) zu wählen ist. Für den Versteifungsträger sind in erster Linie die Grenzwerte des Moments M_x und der Vertikalkraft W_x festzustellen, womit, weil für $x=0$ $W_x = A$ und für $x=l$ $W_x = -A'$, auch die Grenzwerte der Stützenreaktionen A, A' bekannt werden. Wir ziehen im folgenden für Hängebrücken ohne Zwischengelenk beliebige Oeffnungen, dagegen für Hängebrücken mit Zwischengelenk nur die Oeffnung, welche das letztere enthält, in Betracht, während bezüglich der übrigen Oeffnungen das Nötige am Schlusse von c) gefagt wurde. Es handelt sich zunächst um die Grenzwerte von M_x durch die Lasten Q der betrachteten Oeffnung, welche häufig die einzige verkehrsbelaftete sein wird (Fig. 1). Da sich zeigt, daß der aus 16., 24. folgende allgemeine Ausdruck des Moments am Versteifungsträger:

$$M_x = \frac{x}{l} \int_0^l Q(l-a) - \int_0^x Q(x-a) - (y - \frac{k}{l}x) H_z \quad 50.$$

auch das Moment durch die Q für einen wie die Kette geformten steifen Bogen mit Kämpfergelenken darstellt, und der aus 16., 24. hervorgehende allgemeine Ausdruck der Vertikalkraft am Versteifungsträger:

$$W_x = \frac{1}{l} \int_0^l Q(l-a) - \int_0^x Q - \left(\operatorname{tg} \varphi - \frac{k}{l} \right) H_z \quad 51.$$

zugleich $T_x : \cos \varphi$ durch die Q für einen solchen Bogen darstellt, unter T_x die Transversalkraft (Querkraft) des letzteren verstanden, so lassen sich die Belastungen für die Grenzwerte von M_x, W_x am Versteifungsträger ganz wie diejenigen eines wie die Kette geformten einfachen Bogens mit Kämpfergelenken erhalten (Weyrauch, Elastische Bogen-

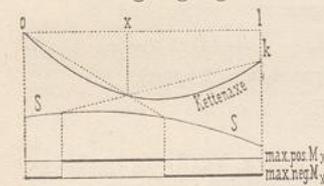


Fig. 10.

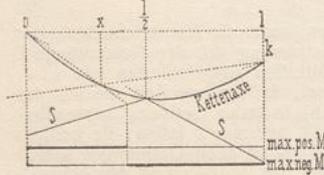


Fig. 11.

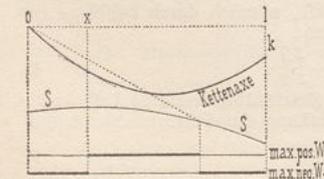


Fig. 12.

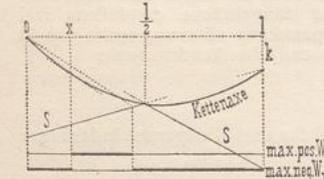


Fig. 13.

träger, München 1897, S. 39, 62, 84), wonach man folgende Regeln hat. Grenzwerte von M_x (Fig. 10, 11): Man ziehe aus beiden Stützpunkten der Kette Gerade durch den Achsenpunkt des Kettenquerschnitts x bis zu den Durchschnitten mit der Kämpferdrucklinie S ; für max. pos. M_x sind die Knotenpunkte zwischen diesen Schnittpunkten, für max. neg. M_x die übrigen Knotenpunkte der Spannweite möglichst stark zu belasten. Grenzwerte von W_x (Fig. 12, 13): Man ziehe eine Parallele zur Kettenachse bei x aus demjenigen Kettenstützpunkt, aus welchem eine solche möglich ist, bis zum Durchschnitte mit der Kämpferdrucklinie S ; es sind einmal die Knotenpunkte zwischen diesem Schnittpunkt und dem Querschnitt x , das andremal die übrigen Knotenpunkte der Spannweite möglichst stark zu belasten. Die erste Belastung liefert den positiven oder negativen Grenzwert, je nachdem die Parallele vom Stützpunkt 0 oder l aus gezogen wurde (auf der ersten Trägerhälfte also den positiven). — Häufig treten einzelne der erwähnten Durchschnitte nicht innerhalb der Spannweite ein, womit dieselben auch keine wirklichen Belastungsgrenzen liefern, ohne daß hierdurch die Allgemeinheit der angeführten Regeln beeinträchtigt wird. Die Gleichung der Kämpferdrucklinie (f. Kämpferdrücke), bezogen auf die Achsen der x, y (Abszisse a , Ordinate b), ist allgemein:

$$b = a \frac{k}{l} + a(l-a) \frac{Q}{lH_z}, \quad 52.$$

worin H_z einer bei a angreifenden Einzellast Q entspricht. Speziell für einen Versteifungsträger mit Zwischengelenk in der Mitte hat man

$$\left. \begin{aligned} \text{für } a < \frac{l}{2} \quad b &= 2f - a \frac{2f-k}{l} \\ \text{für } a > \frac{l}{2} \quad b &= a \frac{2f+k}{l} \end{aligned} \right\} \quad 53.$$

die Linie S ist wie in Fig. 11, 13 bestimmt. Für einen Versteifungsträger ohne Zwischengelenk gilt bei parabolischer Kette mit einer Oeffnung:

$$b = a \frac{k}{l} + \frac{1+\beta}{l^2+la-a^2} \frac{8fl^2}{5}, \quad 54.$$

mit mehreren Oeffnungen:

$$b = a \frac{k}{l} + \frac{8l}{5f} \frac{\sum h}{l^2+la-a^2}. \quad 55.$$

Jedoch darf β in 54. und dem durch 42. bestimmten h für Tragketten vernachlässigt werden, womit das gleiche mit dem ganzen durch 49. bestimmten h für Spannkette gilt und für Hängebrücken mit nur einer tragenden Oeffnung Gleichung 54. mit $\beta=0$ an Stelle von 55. Verwendung finden kann. Die Linie verläuft etwa wie in Fig. 10, 12. Für einen Versteifungsträger mit Zwischengelenk ist der angeführten Bestimmung der Grenzwerte nichts zuzufügen (vgl. am Schlusse von c). Für Versteifungsträger bei Hängebrücken ohne Zwischengelenk jedoch sind mit den

von der Belastung der betrachteten Oeffnung l herrührenden Grenzwerte die durch die Belastung außerhalb l und die Temperaturänderungen erzeugten Grenzwerte, welche durch die Gleichungen unter b) (mit den betreffenden Grenzwerten von H_z nach 45. oder 46.) bestimmt sind, so zu kombinieren, daß möglichst ungünstige, d. h. möglichst weit auseinander liegende Grenzwerte im ganzen entfallen. Bezüglich genauerer Berechnung der Grenzwerte durch Radlastzüge f. Grenzwerte, Einflußlinien und [5], bezüglich weiterer Berechnungen für Hängebrücken [5], [15], [18], [35], [36].

Vorläufige Berechnung. Es handelt sich um das gewöhnliche Verfahren für einfache Verfeifungsträger, wobei die im Falle von Verfeifungsträgern ohne Zwischengelenk neben der Belastung der in Frage stehenden Oeffnung auftretenden Einflüsse vernachlässigt oder nur schätzungsweise berücksichtigt werden. Nachdem die vorläufigen Querschnitte bekannt sind, können nach den gegebenen Formeln alle Größen genauer berechnet werden.

Es seien pro Längeneinheit Spannweite g_0 die Normalbelastung der Konstruktion ohne die Kette, g_k die Belastung durch die Kette, q die größte vom Verfeifungsträger auf die Kette zu verteilende Last, dann hat man den größten Horizontal Schub der Kette nach dem bisherigen:

$$H = \left(g_0 + g_k + \frac{q}{1 + \beta} \right) \frac{l^2}{8f}, \quad 56.$$

worin bei Verfeifungsträgern mit Zwischengelenk $\beta = 0$. Bezeichnen ferner s die Kettenlänge auf der Spannweite l , γ das Gewicht der Volumeneinheit Kettenmaterial, R die größte Kettenkraft bei der höchsten Stütze, wo φ_0 der Neigungswinkel der Kette gegen die Horizontale, und σ die zulässige Beanspruchung pro Querschnittseinheit der Kette, also $R : \sigma$ den theoretischen Kettenquerschnitt und

$$F = \mu \frac{R}{\sigma} = \frac{\mu H}{\sigma \cos \varphi_0}$$

den wirklichen Kettenquerschnitt, wenn μ einen Erfahrungskoeffizienten bedeutet, dann haben wir in 56.:

$$gk = F \gamma \frac{s}{l}, \quad H = \frac{F \sigma}{\mu} \cos \varphi_0,$$

und damit den Kettenquerschnitt:

$$F = \frac{g_0 + \frac{q}{1 + \beta}}{\frac{8f}{\mu l^2} \sigma \cos \varphi_0 - \gamma \frac{s}{l}} = \frac{l}{\gamma s} gk, \quad 57.$$

womit auch das durchschnittliche Kettengewicht pro Längeneinheit Spannweite bestimmt ist, während $F \gamma$ das Kettengewicht pro Längeneinheit Kette darstellt.

Bezeichnen schließlich m die Anzahl der Tragflangenreihen, auf welche sich vorstehende Gleichungen beziehen, λ der auf eine Tragflange der Länge h_x entfallende Teil der Spannweite, und d_1, γ_1, σ_1 Durchmesser, Gewicht pro Volumeneinheit und zulässige Beanspruchung pro Querschnittseinheit Tragflange, dann hat man für die ganze Beanspruchung der letzteren:

$$T = \frac{\lambda g_0}{m} + \frac{\pi d_1^2}{4} \gamma_1 h_x + \frac{\lambda q}{m(1 + \beta)} = \frac{\pi d_1^2}{4} \sigma_1,$$

woraus der nötige Durchmesser der Tragflangen:

$$d_1 = 2 \sqrt{\frac{\lambda}{\pi m} \frac{g_0 + \frac{q}{1 + \beta}}{\sigma_1 - \gamma_1 h_x}}. \quad 58.$$

Sollen die Tragflangen alle gleich stark werden, so ist für h_x die größte Länge einer solchen zu setzen, bei Vernachlässigung des Eigengewichts jedoch hat man $h_x = 0$.

Den Konstruktionskoeffizienten μ wählte beispielsweise Kübler [22] bei seinem Projekte der Schwurplatzbrücke (Elisabethbrücke) in Budapest ($l = 314$ m, $f = 27,5$ m) für Kabel aus Gußstahldraht $\mu = 1,07$, für Ketten aus Flußeisen, Flußstahl oder Tiegelgußstahl $\mu = 1,15$. Der Wert von β , welcher bei Anwendung von Verfeifungsträgern mit Zwischengelenk gleich 0 ist, könnte auch im Falle von Verfeifungsträgern ohne Zwischengelenk bei der vorläufigen Berechnung 0 gesetzt werden, Kübler nahm bei jener Brücke an $\frac{1}{1 + \beta} = 0,96$. Auch das Trägheitsmoment des Verfeifungsträgers J läßt sich vorläufig berechnen. Mit einem von Schwend gegebenen Ausdruck [15], S. 32, und dem Ausdruck 57. erhielt der Verfasser aus 32. für das Küblerische Projekt der Budapester Brücke $\beta = 0,0225$.

Der Ursprung der Hängebrücken ist nicht bekannt. In China, wo sie sich als Seilbrücken am weitesten zurückverfolgen lassen (bis etwa ins dritte Jahrhundert unfrer Zeitrechnung, vgl.

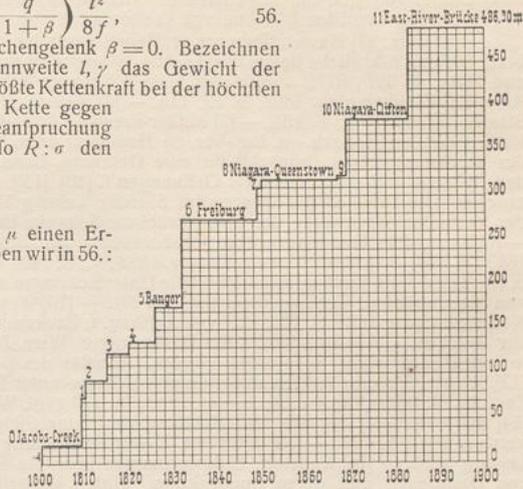


Fig. 14. Spannweiten eiserner Hängebrücken, 1800—1900.

0 Brücke über den Jacobs-Creek, Ver. Staaten. 1 Merrimackbrücke oberhalb Newbury-Port, Ver. Staaten. 2 Brücke über den Katarakt des Schuylkill, Ver. Staaten. 3 Schuylkillbrücke bei Philadelphia, Ver. Staaten. 4 Tweedbrücke oberhalb Norham Ford, England. 5 Brücke über die Menai Meerenge bei Bangor, England. 6 Saanebrücke bei Freiburg, Schweiz. 7 Ohio-Brücke bei Wheeling, Ver. Staaten. 8 Niagara-Brücke bei Queenstown, Ver. Staaten. 9 Ohio-Brücke bei Cincinnati, Ver. Staaten. 10 Niagara-Brücke bei Clifton, Ver. Staaten. 11 Brooklynbrücke über den East-River in New York, 1903: (12) Williamsburgbrücke über den East-River in New York, 487,7 m (vollendet 1903).

Engineer 1872, S. 139), wurden auch zuerst eiserne Ketten verwendet. Ein zwischen 1595 und 1616 zu Venedig erschienenes Werk von Fausto Veranzio (*Machinae novae etc.*) stellt verschiedene Hängebrücken dar. 1796 führte Finlay zwischen Town und Greenburg in den Vereinigten Staaten eine Straßenbrücke von 21,3 m Spannweite nach der jetzt gebräuchlichen Anordnung aus (Fahrbahn durch Tragflangen an den Ketten aufgehängt, welche über die Pylonen weg zu den tieferliegenden Verankerungen reichen). Die erste Drahtseilbrücke wurde 1815 bei Pittsburg in Amerika mit 124,4 m Spannweite und zwei Kabeln aus je drei Drähten von 9,5 mm Dicke erbaut, sie fand besonders in Amerika und Frankreich zahlreiche Nachahmungen. Erst nach und nach wurde genügende Versteifung erreicht, wie sie beispielsweise für Eisenbahnbrücken unerlässlich ist. 1850—55 führte Röbbling die erste Eisenbahnbrücke, von 250,3 m Spannweite, über den Niagara aus. Fig. 14 zeigt die Zunahme der Spannweiten von Hängebrücken im 19. Jahrhundert [27]. Die größte Spannweite einer ausgeführten Hängebrücke befaß lange die Brooklynbrücke über den East-River in New York, 486,3 m [8], sie wird jetzt überboten durch die 1903 vollendete Williamsburgbrücke über den East-River in New York mit 487,7 m Spannweite der Hauptöffnung [34], [36], S. 289. Die vier Kabel dieser Brücke enthalten je 7696 Drähte von 4,88 mm Durchmesser. Größte Brückenspannweite überhaupt bisher 521,2 m, in Ausführung begriffen 548,9 m, vgl. Gelenkträger, durchlaufender, und Spannweite.

Literatur: [1] Navier, Rapport et Mémoire sur les ponts suspendus, Paris 1823. — [2] Malberg, Historisch-kritische Bemerkungen über Hängebrücken, Zeitschr. f. Bauwesen 1857, S. 225, 559, und 1859, S. 397, 547. — [3] Hager, Die Eisenbahn-Draht-Hängebrücke über den Niagara in Amerika, Civilingenieur 1858, S. 27, 113. — [4] Steiner, Ueber Brückenbauten in den Vereinigten Staaten, Wien 1878, S. 161. — [5] Müller-Breslau, Theorie der durch einen Balken versteiften Kette, Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1881, S. 57 (erste befriedigende Berechnung der Versteifungsträger, zunächst für eine Oeffnung, Berücksichtigung von Verschiebungen über den Pylonen und damit mehrerer Oeffnungen f. [10], [15]). — [6] Heinzerling, Die eisernen Hängebrücken (Die Brücken der Gegenwart, 5. Heft), Leipzig 1882. — [7] Ritter, Statistische Berechnung der Versteifungsfachwerke der Hängebrücken, Schweiz. Bauztg. 1883, I, S. 6, 14, 19, 23, 31, 36. — [8] Szen, Die East-Riverbrücke, insbesondere die Baugeschichte derselben, Deutsche Bauztg. 1883, S. 547, 560 (f. a. Schweiz. Bauztg. 1883, I, S. 148, und Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1884, S. 98, 118). — [9] Fischer, Experimentelle Untersuchungen über die Zugfestigkeit und Zugelastizität von Metalldrähten, Civilingenieur 1884, S. 391. — [10] Weyrauch, Aufgaben zur Theorie elastischer Körper, Leipzig 1885, S. 121, 125 (vgl. Zeitschr. f. Baukunde 1882, S. 104). — [11] Winkler, Theorie der Brücken, I, Aeußere Kräfte der Balkenträger, Wien 1886, S. 185. — [12] Lévy, Mémoire sur le calcul des ponts suspendus rigides, Annales des ponts et chaussées 1886, II, p. 179. — [13] Steiner, Theorie statisch unbestimmter Systeme unter Berücksichtigung der Anfangsspannung, Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1886, S. 179 (vgl. Wochenchr. d. Vereins 1887, S. 107). — [14] Bestimmungen für die Untersuchung der französischen Hängebrücken, Zentralbl. der Bauverwalt. 1887, S. 171. — [15] Schwend, Ueber Berechnung und Konstruktion von Hängebrücken, Leipzig 1887. — [16] Rudeloff, Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der Zugfestigkeit von Drahtseilen und deren Konstruktion, Mittel. d. Berliner Versuchsanstalten 1889, S. 128. — [17] Tetmajer, Mittel. d. eidg. Festigkeitsanstalt, 4. Heft, Zürich 1890, S. 227 (auch 3. Heft, Zürich 1886, S. 77). — [18] Report of board of Engineer officers as to a maximum span practical for suspension bridges, Washington 1894 (Auszug in [27], S. 630, 634). — [19] Zschetzche, Der internationale Wettbewerb um zwei in Budapest zu erbauende Straßenbrücken, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1894, S. 979, 1035, 1119, 1238 (Hängebrücke von Kübler, S. 982, f. a. 1900, S. 558, 592 und dagegen [22]). — [20] Godard, Recherches sur le calcul des tabliers des ponts suspendus, Ann. des ponts et chaussées 1894, II, S. 105. — [21] Kübler, Preisgekürnte Entwürfe von Brücken, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1895, S. 861. — [22] Derf., Die Brückenkonkurrenzen in Budapest, Turin und Bonn, Monatschr. d. württ. Vereins f. Baukunde 1895—96, S. 24 (Kostenvergleiche). — [23] Lindenthal, Die projektierte Brücke über den Hudson (North-River) bei New York (Spannweite 945 m), Ann. f. Gewerbe u. Bauwesen 1896, S. 93, 113. — [24] Mehrrens, Hängebrücken der Neuzeit, „Stahl und Eisen“ 1897, S. 495, 868, 1049. — [25] Straßenbrücke über die Argen bei Langenargen, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing., 1899, S. 11. — [26] Melan, Zur Bestimmung der Spannungen in den durch einen geraden Balken mit Mittelgelenk versteiften Hängeträgern, Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1900, S. 553. — [27] Weyrauch, Ueber die Zunahme der Brückenspannweiten im 19. Jahrhundert, Zeitschr. f. Bauwesen 1901, S. 465, 617. — [28] Müller-Breslau, Die graphische Statik der Baukonstruktionen, Bd. 1, Leipzig 1901, S. 404; Bd. 2, Leipzig 1903, S. 167, 265, 289, 418, 433. — [29] Hrabak, Die Drahtseile, Berlin 1902 (f. a. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1902, S. 716; 1903, S. 27, 29, 44, 138; 1904, S. 433; 1905, S. 114, 685). — [30] Benndorf, Beiträge zur Theorie der Drahtseile, Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1904, S. 433, 449. — [31] Die Eisenkonstruktion der Elisabethbrücke in Budapest, Schweiz. Bauztg. 1904, XLIV, S. 1, 42, 53. — [32] Müller-Breslau, Neuere Methoden der Festigkeitslehre, Leipzig 1904, S. 55, 195. — [33] Dirksen, Die drei neuen East-River-Brücken, Zentralbl. der Bauverw. 1904, S. 117, 136, 141. — [34] Bernhard, Die Williamsburgbrücke über den East-River in New York, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1904, S. 1213, 1308 (f. a. 1901, S. 317). — [35] Bohny, Theorie und Konstruktion versteifter Hängebrücken, Leipzig 1905. — [36] Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Bd. 2, 5. Abt.: Eiserne Bogenbrücken und Hängebrücken (von Melan), Leipzig 1906. — S. a. Kabel, Kettenlinien, Drahtseile, Drahtprüfungen, Versteifungsbalken, und Träger, zusammengesetzte; vgl. Hängebrücken, feste.

Weyrauch.

Hängebrücken sind dadurch gekennzeichnet, daß das Tragwerk derselben nach dem Prinzip der Hängewerkträger durch eine horizontal oder schräg geführte Verankerung an feste Stützpunkte angeschlossen ist, wodurch letztere einen

nach dem Innern der lichten Weite gerichteten Zug erfahren und auch in den Hauptteilen der Tragkonstruktion vornehmlich Zugspannungen auftreten. Als Konstruktionsmaterial kommt nur Eisen und Stahl in Betracht.

Die ersten eisernen Brücken sind als Hängebrücken erbaut worden. Es gehören zu diesen heute veralteten Ausführungen die aus der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts stammenden Kettenbrücken (unter welchen die Cliftonbrücke bei Bristol mit 214 m und die Donaubrücke zu Pest mit 203 m die größten Spannweiten besitzen) und die unversteiften Drahtseilbrücken (Saanebrücke bei Freiburg mit 273 m Spannweite) — durchwegs schlaffe Konstruktionen mit gar keiner oder nur wenig wirklicher Versteifung. Bei wechselnder ungleichmäßiger Belastung sucht die Kette oder das Seil dieser Brücken jene Form anzunehmen, welche der Gleichgewichtslage entspricht, und die Folge davon sind starke lotrechte Schwankungen der Fahrbahn unter einer bewegten Last, welche um so größer werden, je geringer die bleibende Belastung durch das Eigengewicht im Verhältnis zur zufälligen Belastung ist. Auch zeigen diese älteren Hängebrücken unter Zugrundelegung der jetzt üblichen Belastungsverhältnisse meist viel höhere Inanspruchnahmen, als bei den neueren Konstruktionen als zulässig erachtet wird. Dieser Umstand sowie konstruktive Mängel (ungleiche Längen der einzelnen Kettenfläbe und infolgedessen ungleiche Beanspruchung derselben, mangelhafte Anordnung der Auflagerfläbe), schlechte Erhaltung und das durch die fortwährenden Bewegungen bewirkte Ausschleifen und Schlottrigwerden der Kettenbolzen haben den Zustand der meisten bestehenden Kettenbrücken im Laufe der Zeit sehr verschlechtert und bei vielen zu Verfallungen [4], [5] oder zu gänzlichem Umbau genötigt.

Heute werden nur solche Hängebrückensysteme angewendet, welche sich als steife Konstruktionen darstellen, und es ist besonders in letzter Zeit im Zusammenhange mit Aufgaben der Ueberspannung großer Weiten diesem Brückensystem wieder mehr Aufmerksamkeit zugewendet worden.

Zu den Vorteilen des Hängebrückensystems gehören: die geringe Konstruktionshöhe, welche Eigenschaft es mit allen jenen Systemen teilt, deren Tragkonstruktion über der Fahrbahn liegt; die Freihaltung der seitlichen Aussicht und die geringe Behinderung des Querverkehrs auf der Brücke bei außerhalb der Tragwände gelegenen Fußwegen; das leichte Aussehen der Hängebrücke, welches sie bezüglich ihrer ästhetischen Wirkung den Bogenbrücken an die Seite stellt; die Möglichkeit, Stahl in Form von Draht, also ein Material von hoher Festigkeit, zu den Hauptteilen der Hängeträger verwenden und dadurch sehr große Spannweiten erreichen zu können (nach angestellten Berechnungen wäre die praktisch ausführbare Grenze der mit einer Stahlkabelbrücke erreichbaren Spannweite 1320 m [6]); endlich die Möglichkeit, die Aufstellung ohne oder nur mit sehr sparsamer Anwendung fester Gerüste bewerkstelligen zu können.

Von den Einwänden, die gegen das rationell durchgebildete Hängebrückensystem geltend gemacht werden, ist wohl nur der von Belang, daß wichtige Teile der Eisenkonstruktion, die Verankerung, von deren gutem Zustande die Haltbarkeit der Brücke in erster Linie abhängt, einer regelmäßigen Untersuchung nur schwer zugänglich gemacht werden können.

Schon bei den älteren Konstruktionen der Hängebrücken war man bemüht, die durch ihre Schlaffheit bedingten vertikalen Schwankungen herabzumindern und in gewissen Grenzen zu halten und hat dies zu erreichen gesucht: a) durch Versteifung der Fahrbahn mittels stärkegerer Unterzüge oder durch Anbringung eines kräftigeren, meist in Form eines hölzernen Howeschen Trägers oder eines eisernen Gitters ausgebildeten Geländers; b) durch Anordnung gerader Hilfsseile, welche, von den Köpfen der die Kettenauflager tragenden Pfeileraufbauten in fächerförmiger Anordnung ausgehend, die gegen die Pfeiler zu gelegenen Teile der Fahrbahn mittragen und in ihrer Höhenlage fixieren sollen. Man findet diese Hilfsseile insbesondere bei den amerikanischen Drahtseilbrücken angewendet; es wird dadurch eine Entlastung der Hauptkabel oder Ketten erzielt, weshalb man von dieser Anordnung auch bei der Rekonstruktion schwacher Hängebrücken Gebrauch gemacht hat. Zu erwähnen wäre endlich noch c) die früher übliche Verbindung des Kabels durch schräge Zugseile mit dem Widerlager.

Hängebrücken können entweder bloß über eine Oeffnung oder durchgehend über mehrere Oeffnungen gespannt werden. Enthält die Brücke nur eine einzige Oeffnung, so werden auf den Landpfeilern über die Fahrbahn ragende Aufbauten, sogenannte Pylonen, angebracht, welche die Auflager der Hängeträger stützen, und der auftretende Horizontalzug wird von schrägen Rückhalte- oder Spannketten aufgenommen, die vom Pylonenkopfe nach rückwärts zur Verankerung gehen. Nur bei ganz kleinen Brücken kann die Verankerung auch in den Pylonen selbst angebracht sein. Schließen sich an eine Hauptöffnung seitlich kleinere Landöffnungen an, die mit unabhängigen Tragkonstruktionen überspannt sind, so wird hierdurch kein grundsätzlicher Unterschied in der Anordnung der Hauptöffnung bedingt.

Erhält die Brücke ein über mehrere Oeffnungen reichendes Tragwerk, welches nur an den Endwiderlagern verankert ist, so würde zunächst eine schlaffe Konstruktion (Seil oder Kette) unter einer gleichmäßigen Belastung (Eigengewicht) eine solche Gleichgewichtslage annehmen, daß sich die Pfeilhöhen der Kettenbögen wie die Quadratzahlen der Spannweiten verhalten. Eine ungleiche Belastung der einzelnen Oeffnungen würde bedeutende Formänderungen hervorrufen, vorausgesetzt, daß die Lager auf den Mittelpfeilern verschiebbar sind oder die Ketten über diese gleiten können. Eine schlaffe Konstruktion wäre demnach nur dann überhaupt anwendbar, wenn das Eigengewicht hinreichend groß ist, um keine zu großen Verschiebungen der Mittelager eintreten zu lassen. Im andern Falle bedingt die Anordnung eines über mehrere Oeffnungen kontinuierlichen Hängewerkes die Anwendung steifer Träger. Diese werden aber auch nur selten über mehr als drei Oeffnungen geführt, da mit wachsender Felderzahl der wirtschaftliche Vorteil der Anordnung von Hängeträgern schwindet und andererseits die Formänderungen zunehmen. Am häufigsten bietet sich der Fall dar, daß an eine große Mittelöffnung beiderseits

nur etwa halb so große Seitenöffnungen anschließen. Dann wird man in der Regel nur an den Mittelpfeilern die Auflager der Hängeträger über die Fahrbahn erhöhen, hingegen auf den Landpfeilern keine Pylonen aufstellen.

Bei den neueren Konstruktionsystemen verfeilter Hängebrücken können die folgenden Anordnungen unterschieden werden:

1. Ketten- oder Kabelbrücken mit Versteifungsbalken. Das Tragwerk besteht aus einem nach der Seillinie hängenden Zuggurte, an welchen mittels Hängefängen eine Balkenbrücke (Blech- oder Fachwerkträger) angehängt ist (Fig. 1). Den Balkenträgern fällt die Aufgabe zu, die Formänderungen des Kettengurtes oder Kabels in jenen Grenzen zu halten, welche feiner elastischen Einbiegung entsprechen, so daß bei entsprechender Steifigkeit der Träger der Kettengurt seine Gleichgewichtslage auch bei wechselnder Belastung nur unmerklich ändern wird. Der Balkenträger verteilt auch eine ungleichmäßige Belastung über die ganze Spannweite der Kette so, daß die Spannungen der Hängefängen in jenem Verhältnisse bleiben, wie es die Gleichgewichtsform der Kette verlangt. Ueberspannt der Versteifungsträger bloß eine Öffnung oder sind bei mehreren Öffnungen die Versteifungsträger an den Auflagern unterbrochen oder als Gerberträger ausgeführt, so ist das System hinsichtlich der äußeren Kräfte einfach statisch unbestimmt. Durch Anbringung eines Mittelgelenkes im Versteifungsträger wird statische Bestimmtheit erreicht. Diese bereits 1860 von Schwarz vorgeschlagene Anordnung empfiehlt sich vom theoretischen Standpunkte; sie hat aber gewisse praktische Nachteile, größere Einlenkungen und bei gelenkloser Ausbildung des Zuggurtes das Auftreten vermehrter Biegespannungen in dem über dem Gelenke gelegenen Kabel- oder Gurtquerschnitte zur Folge. Aus diesem Grunde hat man bei den bisherigen Anwendungen dieses Brückensystems von der Anordnung eines Gelenkes im Versteifungsträger abgesehen. Ueberhaupt hat dieses Hängebrückensystem erst in neuerer Zeit durch die Entwicklung der Theorie (man sehe Literaturverzeichnis in [1]) eine richtige Grundlage erhalten.

Hervorragende Beispiele dieser Art von verfeilter Hängebrücken sind die amerikanischen Kabelbrücken, insbesondere die beiden East-River-Brücken, und zwar die 1876 erbaute Brooklynbrücke und die 1903 vollendete Williamsburgbrücke. Die Hauptabmessungen dieser beiden derzeit größten bestehenden Hängebrücken sind nachstehend zusammengestellt:

	Brooklynbrücke	Williamsburgbrücke
Mittelöffnung von Mitte zu Mitte der Türme	486,30	487,67
Seitenöffnungen	283,46	181,81
Höhe der Kabelaufleger über Hochwasser	82,90	101,41
Pfeilhöhe der Kabel bei mittlerer Temperatur	39,01	54,25
Höhe der Versteifungsträger	2 zu 3,0 4 „ 5,6	2 zu 11,2—12,2
Zahl und Durchmesser der Kabel	4 zu 397 mm	4 zu 473 mm
Zahl der Drähte in einem Kabel	5296	7696
Drahtstärke	4,3 mm	4,88 mm
Breite der Brücke	25,91 m	35,96 m.
Brooklynbrücke	ein Fußweg 4,57 m, zwei Eisenbahngleise 6,71 m, Fahrbahnen 10,97 m.	Williamsburgbrücke in zwei Etagen
		zwei Fußwege 6,40 m, Radfahrbahnen 4,27 m, Eisenbahngleise 6,71 m, vier elektr. Straßenbahngleise 12,19 m, zwei Fahrbahnen 12,19 m.



Fig. 2. Zweite Brücke über den East-River in New York.

Während die Brooklynbrücke durch die ungleiche Lastverteilung auf die sechs Versteifungsträger und durch die Anordnung zahlreicher von den Pfeilerköpfen ausgehenden, geraden Hilfsseile vielfach statisch unbestimmt ist, zeigt die Williamsburgbrücke (Fig. 2) viel größere Klarheit in der Gesamtanordnung und eine dem heutigen Stande der Theorie entsprechende Durchbildung dieses Brückensystems. Bemerkenswert ist auch der von einem Expertenkomitee amerikanischer Ingenieure aufgestellte Entwurf für die Ueberbrückung des Hudson mit einer Mittelöffnung von 981 m (Fig. 3) [7], gegenwärtig und wohl auch für eine weite Zukunft das großartigste Brückenbauproblem, das überhaupt nur mit Anwendung des Hängebrückensystems zu lösen ist. Der Versteifungsträger ist bei diesem Projekte in der Mitte durch ein Gelenk geteilt. Hervorzuheben ist noch, daß die amerikanischen Anwendungen dieses Systems ausnahmslos auf der Verwendung von Drahtkabeln (aus parallelliegenden Stahldrähten, f. Kabel für Brücken) beruhen und daß hierzu Gußstahldraht von rund 12000 kg/qcm Festigkeit und 4% Längendehnung in Stärken von 4—6,5 mm benutzt wird [6]. Die Inanspruchnahme solcher Kabel wird mit 3000—3500 kg/qcm als zulässig erachtet.

Die Frage, ob für dieses Hängebrückensystem Kette oder Kabel zu wählen ist, wird sich einerseits durch den Kostenvergleich, andererseits durch die Rücksichtnahme auf etwaige Ausführungs-erleichterungen, welche die eine oder andre Kon- struktion bietet, beantworten lassen. Eine Kette wird auch dann, wenn sie aus Augenstäben und aus Material von höherer Festigkeit hergestellt ist, schwerer als ein Stahlkabel. Zieht man jedoch den höheren Einheitspreis des Kabels in Betracht, so ergibt sich, daß für Spannweiten bis zu etwa 200 m die Kette gegenüber dem Kabel im allgemeinen noch im Vorteil ist. Rücksichten auf die Ausführung können aber Veranlassung geben, die Kette auch noch für größere Spannweiten anzuwenden (Elisabethkettenbrücke in Budapest, Fig. 4), doch wird dies nur dann wirtschaftlich zweck- mäßig sein, wenn dazu Stahl von hoher Festigkeit genommen wird.

In Europa hat dieses Hänge- brückensystem unter Verwendung von Drahtseilen insbesondere in Frankreich und in der Schweiz für leichte Straßenbrücken Anwendung gefunden. Deutsch- land besitzt in der 1898 erbauten Straßenbrücke zu Langenargen mit 72 m Spannweite ein modernes, gut konstruiertes Bauwerk dieser Art, und als bedeutendste Ausführung und zugleich als weitestgespannte Hängebrücke auf dem Kontinente ist die 1903 vollendete Elisabethketten- brücke über die Donau in Budapest (Fig. 4) zu nennen (Mittelspannweite 290 m). Diese Brücke, ursprünglich von Kübler als Kabelbrücke projektiert, erhielt vier Ketten aus Martinflußeisen. Die Kettenglieder, welche bis zu 15 m Länge haben, sind aus Augenstäben zusammengesetzt, und zwar sind 19 und 20 Stäbe zu einem Gliede vereinigt. Die Stäbe sind 15—25 mm stark, 400—880 mm breit; sie wurden aus Breitenplatten ausgefräst. Der Versteifungsträger hat in der Mitte die geringe Höhe von 4,75 m; er ist kontinuierlich über die Seitenöffnungen geführt und an den Endauflagern verankert. Das Trägersystem ist dreifach statisch unbestimmt. Die Pylonen, welche die Kettenauflager tragen, sind als Pendelstützen konstruiert.

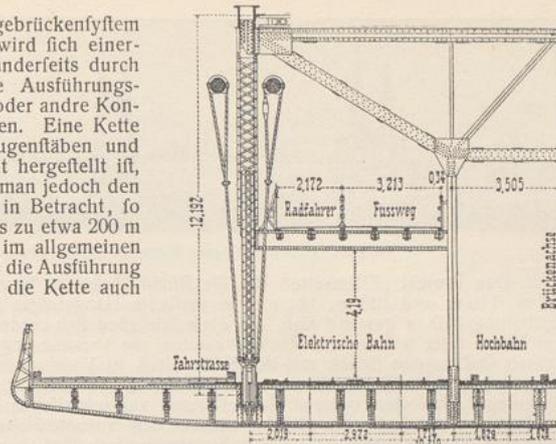


Fig. 2a (Querschnitt von Fig. 2).

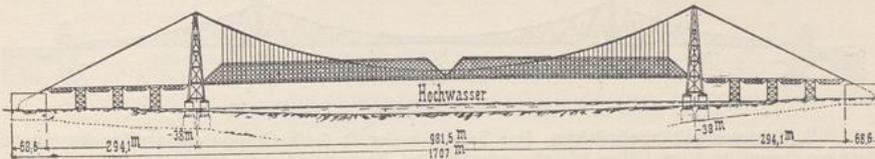


Fig. 3. Projekt für die Ueberbrückung des Hudfon.

Sonst ist dieses Brückensystem nur noch in einigen durch nachträgliche Einfügung von Versteifungsträgern verflärkten Kettenbrücken [4] vertreten; es hat aber in neuerer Zeit größere Beachtung gefunden und sind bei den Wettbewerben für die Rheinbrücken zu Bonn und Worms von der Maschinenfabrik Nürnberg gut durchgebildete derartige Projekte aufgestellt worden [10], [11].

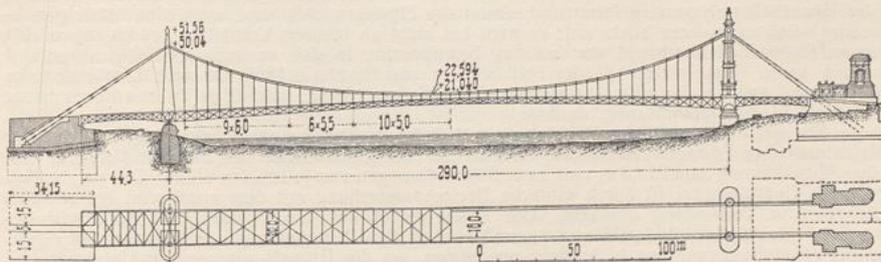


Fig. 4. Schwurplatzbrücke in Budapest.

Das Projekt „Bonner Wappen“ für die Rheinbrücke bei Bonn weist eine Mittelöffnung von 225 m und zwei Seitenöffnungen von je 112,5 m Stützweite auf (Fig. 5). Die Versteifungs- balken sind Fachwerkträger, die an den Mittelpfeilern unterbrochen und horizontal verschiebbar gelagert sind. Das System ist einfach statisch unbestimmt. Die Kette besteht aus einer größeren Zahl von lotrecht gestellten Blechen, welche in den Anknüpfungspunkten der Hängefängen Bolzengelenke haben. In den Seitenöffnungen bildet die Kette einen Teil des Gurtes des Ver- steifungsträgers. Ueber die auf den Pylonen beweglich angeordneten Auflagerfäße sowie auch in den Verankerungen sind die Ketten in Form von wagerechten Blechen geführt.

Lueger, Lexikon der gesamten Technik. 2. Aufl. IV.

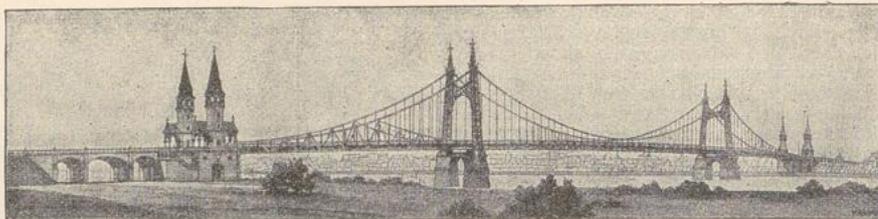


Fig. 5. Entwurf „Bonner Wappen“ für die Rheinbrücke bei Bonn.

Das Projekt „Eisenkette“ für die Rheinbrücke zu Worms hat drei Stromöffnungen, zu 103 m, 116 m und 103 m, für welche versteifte Hängeträger mit kontinuierlich durchgehendem Versteifungsbalken gewählt sind. An diese schließen sich beiderseits noch je eine kleine Öffnung von 35 m, über welche die Rückhalteketten zur Verankerung geführt sind. Die Träger dieser kleinen Öffnungen stehen mit der Kette nicht in Verbindung. Die Auflager der Kette liegen bei den beiden mittleren Strompfeilern höher als auf den Landpfeilern. Bei den letzteren sind Rollenlager, bei den ersteren Pendelstützen auf sphärischen Lagern vorgesehen. Sonst ist die Konstruktion der Kette die gleiche wie bei dem vorbeschriebenen Entwurfe. Wegen des durchgehenden Versteifungsträgers ist das System dreifach statisch unbestimmt.

Die Anhängung der Fahrbahn bzw. der Versteifungsträger bei diesem Brückensysteme wird bei Kabelbrücken in der Regel durch Drahtseile bewerkstelligt, während bei Kettengurten Hängestangen aus Rundeisen oder mit steifem, aus Profileisen zusammengesetztem Querschnitt angewendet werden. Die Aufhängung erfolgt entweder an den verlängerten Querträgern (Budapester Brücke) oder am Obergurt des Versteifungsträgers (Rheinbrücken). Hängeseile oder Hängestangen müssen in ihrer Länge regulierbar sein. Zur Erhöhung der Horizontalsteifigkeit der Brücke werden die Kabel häufig in nach einwärts geneigte Ebenen gelegt; bei Ketten wird man durch Anordnung wenigstens einzelner steifer Hängestangen den Horizontalablenkungen der Fahrbahn entgegenarbeiten. Zwischen den Kabeln oder Ketten werden aber in der Regel keine Querverbindungen (außer zwischen den Pylonen) oder Windstreben angebracht, sondern letztere nur auf die Ebene zwischen den Untergurten der Versteifungsträger beschränkt.

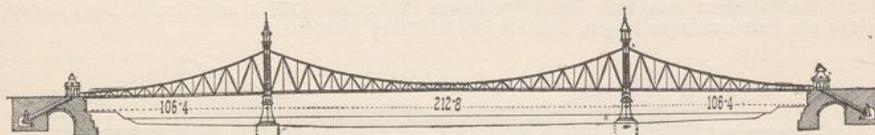


Fig. 6. Projekt für die Rheinbrücke bei Bonn (Kähler).

2. Fachwerkshängebrücken. Das Tragwerk der in diese Gruppe einzureihenden Hängebrücken kann in allen Fällen als ein umgekehrter Fachwerksbogen aufgefaßt werden, dessen Widerlagspunkte eine kleine Horizontalverschiebung, hervorgerufen durch die Ausdehnung der Rückhalteketten oder durch die Formänderung der angrenzenden Felder, erfahren. Wie bei den Fachwerksbögen können auch bei diesen Hängeträgern drei Hauptformen unterschieden werden:

a) Träger mit ausgefachten Bogenwickeln bzw. mit Ausfachtung zwischen dem Kettengurte und dem annähernd wagerechten, in Fahrbahnhöhe gelegenen Untergurte (Fig. 5). Ersterer ist nach der Kettenlinie oder nach einer ihr nahekommenden Kurve (Parabel oder Hyperbel) polygonal geformt und nimmt die Eigengewichts- und auch eine totale gleichmäßige Belastung nahezu allein auf; er wird bei nicht zu kleinem Verhältnis des Eigengewichts zur zufälligen Last überhaupt nur auf Zug beansprucht, so daß er auch als Kabel ausgeführt werden kann. Das letztere ist der Fall bei der von Barlow 1862 erbauten Lambethbrücke in London, welche die erste Anwendung dieses Trägerystems, allerdings in unvollkommener und nicht klarer Durchführung, darstellt.

Ein gut durchgebildetes Beispiel einer derartig versteiften Kabelbrücke zeigt der von der Maschinenfabrik Eßlingen aufgestellte Entwurf für die Rheinbrücke bei Bonn [10] (Fig. 6) mit einer Mittelöffnung von 212,8 m und zwei Seitenöffnungen von je 106,4 m Weite. Das parabolisch geformte Gußstahlkabel ist durch einfache Dreiecksausfachtung mit dem annähernd horizontalen Untergurt in Verbindung gebracht. Die Auflagerfäße auf den Pylonen sind horizontal beweglich. Das System dieser Hängeträger ist einfach statisch unbestimmt, und es war ein eigenartiger Montierungsvorgang in Aussicht genommen, um die Grenzspannungen im Untergurt und in den Ausfachtungsstäben herabzusetzen. Es sollte nämlich zunächst an die Kabel das ganze Eigengewicht und die halbe Verkehrslast durch die Vertikalpfosten angehängt werden, die Schrägstäbe der Ausfachtung sollten also erst dann eingezogen werden, wenn die fertige Brücke mit der halben Verkehrslast total belastet war. Es werden alsdann sämtliche Stäbe der Ausfachtung und des Untergurtes bei wechselnder Belastung ebenso stark gedrückt wie gezogen, und es ist ihre größte Spannung gleich dem arithmetischen Mittel aus den beiden Grenzspannungen durch die volle Verkehrslast. Die Ausbildung der Knotenpunkte, welche derart fein muß, daß die Ausfachtungsstäbe ihre Kräfte an das Kabel abgeben können, macht aber gewisse Schwierigkeiten, und es besteht dafür noch keine ganz befriedigende Lösung.

Von den ausgeführten Fachwerkshängebrücken mit genietetem, aus Blechen und Winkel-

eifen zusammengefetztem Zuggurte sind zu erwähnen der 1869 von Schmick erbaute Steg über den Main zwischen Frankfurt und Sachfenhausen, mit einer Mittelöffnung von 82 m, und die Brücke über die Elbe bei Lofchwitz (schematische Skizze in Fig. 7). Dieses letztere, 1893 von Köpcke errichtete Brückenbauwerk ist nicht nur durch seine namhaften Dimensionen, sondern auch durch mehrfache konstruktive Einzelheiten von besonderem Interesse. Die Mittelöffnung hat 146,68 m, die beiden Seitenöffnungen haben je 61,76 m Weite. Die Pfeilhöhe der Mittelöffnung ist 24 m. Der obere Zuggurt hat in der Mittelöffnung die Form einer Hyperbel, in den Seitenöffnungen ist er nach einem Kreisbogen gekrümmt. Der Untergurt ist gerade.

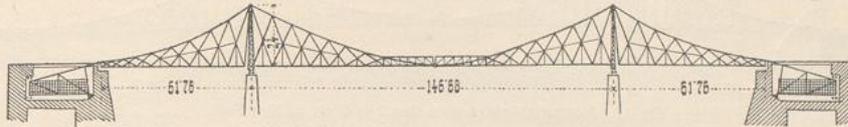
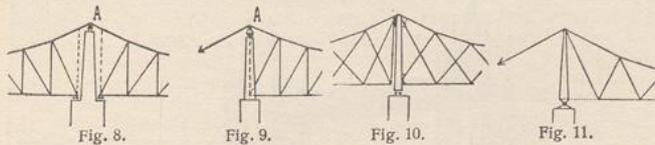


Fig. 7. Elbebrücke bei Lofchwitz (Köpcke).

Die Ausfachung ist als zweiteiliges System mit durchweg geneigten Stäben ausgeführt, und trägt die Querträgerentfernung fast durchweg 3,86 m, die Knotenweite der Ausfachung gegen die Mittelpfeiler hin aber 7,72 m, so daß hier die zwischen den Knotenpunkten liegenden Querträger mittels Hängeeisen an den Kreuzungspunkten der Gitterstäbe aufgehängt wurden. Die Hängeträger haben gleich jenen der Frankfurter Brücke ein Mittelgelenk, sind sonach hinsichtlich der angreifenden Kräfte vollkommen statisch bestimmt. In dem Gelenke sind die beiden Gurtungen vollständig zusammengeführt, daselbe ist sonach in die Ebene der Fahrbahn bzw. Windverstrebung gelegt, was für die Horizontalsteifigkeit der Brücke von großem Werte ist. Zur Aufnahme der Vertikalkräfte und zur Herstellung der erforderlichen Widerstandsfähigkeit gegen Biegung in dem in der Tragwandhöhe sehr reduzierten Mittelteile ist daselbst ein gerader Versteifungsträger angebracht (nach Köpckes System [13]), der natürlich über dem Mittelgelenk unterbrochen ist, wobei aber beide Teile durch zwei kreuzweise befestigte vertikale Federplatten (s. Gelenke) verbunden sind, daß eine Uebertragung der bei unsymmetrischer Belastung auftretenden Vertikalkräfte stattfindet. Später hat man sich veranlaßt gesehen, auch noch die Obergurte der beiden Hälften des Versteifungsträgers durch ein übergreifendes eingeklemmtes Horizontalblech auf Reibung zu verbinden, um insbesondere kleinere Schwingungen hintanzuhalten, ohne in die Konstruktion eine wesentliche statische Unbestimmtheit zu bringen. Die Pylonen sind mit den Trägern der Mittelöffnung in fester Verbindung und bilden deren Endständer; sie sind auf Rollenlager gestellt und am oberen Ende mit den Trägern der Seitenöffnung wieder mittels Federgelenken verbunden. Eigenartig ist ferner die Verankerung [12]. Sie ist so ausgeführt, daß sie in allen Teilen vollkommen zugänglich ist. In einer geräumigen Kammer des Widerlagermauerwerks liegt eine hebelartig wirkende Ankerkonstruktion, welche mit ca. 1500 t Schlacke und Roheisen belastet ist und hierdurch den Zug der Hängeträger aufnimmt bzw. in einen Schub im Stützpunkte des Hebels umsetzt. Natürlich ist, um der wechselnden Größe des Horizontalzuges infolge Belastung Rechnung zu tragen, das Ende des Ankerhebels nicht freischwebend, sondern nach unten und auch nach oben gestützt; die Ankerbelastung ist aber so hoch bemessen, daß ein Druck nach aufwärts nur bei einer kaum vorkommenden Vollbelastung der Brücke auftreten würde.

Von Brückenentwürfen, welche dieses Hängeträgersystem anwenden, ist besonders das Pfeufferche Projekt für die Ueberbrückung der Donau in Budapest mit einer Oeffnung von 316,3 m zu erwähnen [9]. Die Träger haben ein Mittelgelenk in Form eines Doppelscharniers, indem die in der gleichen Vertikalebene liegenden Bleche der beiden Zuggurthälften mittels Laschen und zweier Gelenkbolzen verbunden sind, außerdem aber noch ein dritter schwächerer Bolzen nur zwischen die Enden der beiden Gurthälften eingesetzt ist, um die vertikalen Scherkräfte aufzunehmen.

Die Auflagerung der Träger auf den Mittelpfeilern und Pylonen kann nach den in Fig. 8—11 skizzierten Anordnungen erfolgen. Nach Fig. 8 sind die Obergurte mittels Bolzengelenks an ein auf den Pylonen verschiebbares Lager A angeschlossen und die Untergurte mit dem Knotenpunkte des Endfaches horizontal beweglich gelagert (Frankfurter Hängesteg). Anstatt dieser Auflagerung kann der Untergurt, der aber über den Mittelpfeilern immer zu trennen ist, mit seinen Endknoten nach Fig. 9 unmittelbar an den Aufhängebolzen A angehängt sein. Fig. 10 zeigt die Anordnung der Lofchwitzer Brücke. Die Pylonen sind mit der Mittelöffnung fest verbunden und bilden deren Endständer, die unten auf einem beweglichen Lager aufstehen, während



die Träger der Seitenöffnung mit jenen der Mittelöffnung nur am oberen Ende der Pylonen (hier durch ein Federgelenk) in Verbindung sind. Endlich stellt Fig. 11 die Anordnung nach dem Projekt der Donaubrücke dar. Die Pylonen sind als Pendeltürme ausgeführt, an welche jedoch die Untergurte der Träger nicht fest angeschlossen sind. Untersuchungen über günstigste Verhältnisse der Knotenweiten und der Trägerhöhen unter dem Mittelgelenk in [1].

Bei großen Spannweiten ergeben sich bei diesem Trägersysteme an den Pfeilern lange Ausfachungsstäbe, und es erscheint daher die zuerst von Lindenthal bei seinem Projekte für

die Brücke über den St. Lorenz-Strom zu Quebec angewandt und auch für die dritte Hängebrücke über den East-River (Manhattanbrücke) in Vorschlag gebrachte Trägerform als zweckmäßig, bei welcher durch geradlinige Abbiegung des Untergurtes die größte Trägerhöhe ungefähr im Viertel der Spannweite, also dort entsteht, wo auch die größten Biegemomente unter der Verkehrslast auftreten. Das Projekt der Manhattanbrücke (Fig. 12) zeigt eine Mittel-

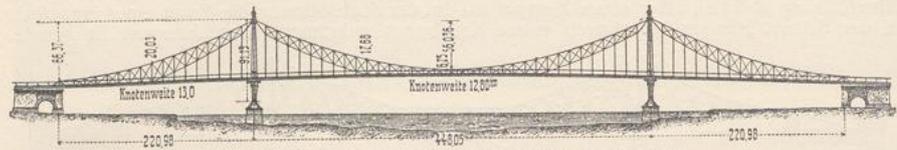


Fig. 12. Manhattanbrücke über den East-River in New York.

öffnung von 448 m und zwei Seitenöffnungen von je 220,9 m. Es sind bei einer Gesamtbrückenbreite von 37,2 m vier Tragwände angeordnet. Zwischen den beiden mittleren Tragwänden liegt eine 12 m breite Straßenfahrbahn, während zwischen den äußeren Tragwänden in zwei Etagen je zwei Eisenbahngleise, im ganzen acht, angeordnet sind. Der Obergurt ist als Gelenkkette aus Augenstäben gebildet, und es ist dafür Nickelfahl von hoher Festigkeit (7000 kg/qcm) in Aussicht genommen. Die Pylonen sind als Pendelpfeiler konstruiert. Es ist

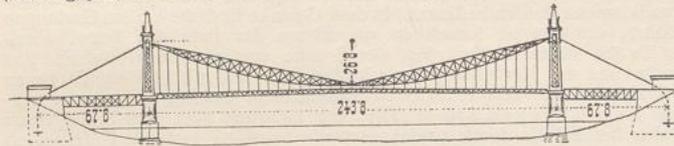


Fig. 13. Monongahelabrücke bei Pittsburg.

aber bisher noch nicht entschieden, ob die Brücke, deren Pfeiler bereits im Baue sind, nach diesem Projekte oder als Kabelbrücke mit Versteifungsbalken ausgeführt werden wird.

b) Sichelförmige Hängeträger mit einem Mittelgelenk. Dieses statisch bestimmte System ist durch die Monongahelabrücke bei Pittsburg und durch die Towerbrücke in London in hervorragender Weise vertreten. Es entspricht einem umgekehrten Dreigelenkbogen mit im Scheitel und an den Kämpfern zusammengeführten Gurtungen.

Bei dem ersterwähnten Bauwerke (Fig. 13), einer Straßenbrücke von 243,8 m Spannweite des Mittelfeldes, ist der kettenförmige Untergurt nach der Stützlinie des Eigengewichtes geformt, so daß im unbelasteten Zustand der Brücke die Versteifungskonstruktion keine Beanspruchung erfährt. Letztere besteht aus zwei geraden Balken, welche die Obergurte der Träger bilden und in der Mitte untereinander und mit der Kette scharnierförmig verbunden sind. Zwischen Ober- und Untergurt ist ein doppeltes Fachwerk eingefaltet.

Die sichelförmigen Hängeträger der Towerbrücke [13] (Fig. 14) haben bei einer Stützweite von 90,4 m unymmetrische Form mit ungleich hoch liegenden Aufhängepunkten. Ober- und Untergurt sind sichelförmig gekrümmt, wodurch die Stützlinie für die totale Belastung mehr in die Mitte zwischen beide Gurte gebracht und eine annähernd gleiche Beanspruchung in diesen erzielt wird. Ueber der durch eine Klappbrücke geschlossenen Mittelöffnung sind die Hängeträger der beiden Seitenöffnungen durch ein horizontales Zugband verbunden, so daß die Brückentürme nur den von der Verkehrsbelastung einer Öffnung herrührenden Horizontalzug aufzunehmen haben. In der Höhe dieses Zugbandes ist dann noch ein horizontaler Steg angebracht, der den Fußgängerverkehr während des Offenfeins der Klappbrücke vermittelt.

c) Hängeträger mit Doppelketten oder parallelen Gurtungen, die durch Gitterwerk miteinander verbunden sind. Diese Träger entsprechen in ihrem statischen Verhalten dem Bogenträger mit Kämpfergelenken, wenn die beiden Gurte am Auflager über den Pylonen miteinander vereinigt sind. Im andern Falle, wenn die beiden Gurte oder Ketten getrennte Auflager und Rückhalteketten haben, erhöht sich, in gleicher Weise wie beim eingespannten Bogen, die Zahl der statischen Unbestimmtheiten auf drei. Dieses System ist, auf Kettenbrücken angewendet, schon 1842 von Wendelfstadt an der Neckarbrücke bei



Fig. 14. Towerbrücke in London.

Mannheim und 1860 und 1864 von Schnirch bei zwei über den Donaukanal in Wien führenden Brücken zur Ausführung gebracht worden. Infolge von Mängeln in der Dimensionierung und konstruktiven Ausgestaltung haben sich jedoch diese Ausführungen nicht bewährt, und es befehlt derzeit von diesen verbleibenden Kettenbrücken nur mehr die Aspernbrücke in Wien, welche aber auch bald einem Neubau Platz machen wird.

Von modernen Anwendungen wäre ein theoretisch und konstruktiv interessantes Projekt der Nürnberger Maschinenfabrik für die Rheinbrücke bei Worms [13] (Motto „Heffen und bei Rhein“) zu erwähnen. Dasselbe wendet zur Ueberspannung dreier Oeffnungen Ketten aus hochkantig gefellten Blechen an, welche ihre Versteifung durch eine darüber hängende, mit flacherem Pfeil geführte Versteifungskette erhalten. Letztere hat die Ausbildung eines hängenden, genieteten Gitterbogens mit parallelen Gurtungen. Die tiefer hängende Tragkette und die Versteifungskette sind nur durch Hängefängen verbunden, an den Auflagern über den Pfeilern aber in einem gemeinschaftlichen Aufhängebolzen vereinigt. Das System ist vierfach statisch unbestimmt (Horizontalzug der durchgehenden Versteifungskette und in einer jeden Tragkette der drei Oeffnungen). — Hierher gehört ferner das bedeutame Lindenthal'sche Projekt für das bereits oben erwähnte Problem der Ueberbrückung des Hudfon [14] (Fig. 15). Dasselbe nimmt eine Mittelöffnung von 944,5 m und zwei Seitenöffnungen von je 548,6 m Weite an.

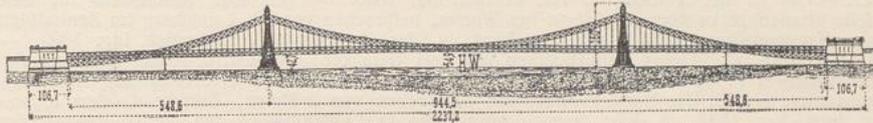


Fig. 15. North-River-Brücke nach dem Projekt von G. Lindenthal.

Der Ueberbau hängt an vier Stahldrahtkabeln, welche paarweise übereinander hängend, durch Ausfächung zu je einem hängenden Bogenfachwerksträger mit parallelen Gurtungen vereinigt sind. Die Pfeilhöhe der Kabel ist 94 m, ihr Vertikalabstand 19,8 m. Die Konstruktion dieser Kabel ist ganz eigenartig geplant. Sie sollen nicht aus parallel von einer Verankerung zur andern laufenden Drähten hergestellt werden, sondern aus einzelnen selbständigen Gliedern, die, von Knotenpunkt zu Knotenpunkt reichend, mittels Gelenkbolzen in Verbindung gebracht sind, derart, daß jedes Kabel eigentlich aus vier übereinander liegenden Kabelketten gebildet ist (s. Kabel). Von den gewaltigen Dimensionen des Bauwerks gibt es eine Vorstellung, daß der Durchmesser eines fertigen Kabels mit der Umhüllung rund 4 m beträgt. Die Brückenkabel werden auf den beiden Mittelpfeilern von je zwei Stahltürmen getragen, die eine Höhe von rund 160 m über Hochwasser erhalten. Zur Erzielung größerer statischer Bestimmtheit ist nur das untere Kabel beweglich aufgelagert und mit dem oberen Kabel durch ein Gelenkviereck verbunden (Fig. 16). In der Verankerung sind beide Kabel durch einen gemeinschaftlichen Bolzen an die Ankerkette angegeschlossen. Das System ist folcherart, wenn von der Unbestimmtheit der Ausfächung und dem noch zu erwähnenden besonderen Versteifungsträger abgesehen wird, einfach statisch unbestimmt. Dieser Versteifungsträger, Fachwerksträger von rund 20 m Höhe, ist in seiner Wirkung nicht eigentlich als ein solcher behandelt, sondern bloß ein Verteilungsträger, dessen Steifigkeit aber einen Zuschuß zur Steifigkeit der ausgefächten Kabelbogen bildet. Seine Gurtungen sind aber hauptsächlich für die Windvertrebung berechnet, welche als horizontale Gitterträger in der Ebene der beiden Gurte der Versteifungsträger angeordnet sind. Die Brücke, welche zur Ueberführung von acht Eisenbahngleisen projektiert ist, erfordert im Ueberbau ein totales Stahlgewicht von 95 500 t, in den Türmen und in den Verankerungen von 39 160 t, daher insgesamt 134 660 t. Ihre Kosten sind ohne Einlösung des Baugrundes auf 21 Millionen Dollar veranschlagt.



Fig. 16.

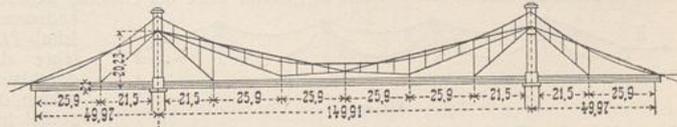


Fig. 17.

3. Hängebrücken mit geraden Tragketten. Bei diesem System wird ein Balkenträger in einzelnen Punkten durch je ein Dreieckshängwerk bzw. durch gerade Zugbänder gestützt (Fig. 17). Um die Schlawheit der langen Aufhängepunkte des Balkens zur Folge haben würde, zu beheben, ist noch eine schwache polygonale Kette oder ein Drahtseil angebracht, welches aber nur die Aufgabe hat, die geraden Tragketten zu stützen. Beispiele der Anwendung dieses Systems sind die 1868 von Ordish-Lefevre erbaute Franz-Josefs-Brücke über die Moldau in Prag (Fig. 17) und die 1872 vollendete Albertbrücke über die Themse in London. Die an diesen Brücken gemachten Erfahrungen sind jedoch keine günstigen. Das System ist mehrfach statisch unbestimmt, und es können zufolge Dehnung der Tragketten und durch Temperaturwirkung, wenn darauf nicht gebührend Rücksicht genommen wird, leicht Ueberanstrengungen des Balkenträgers eintreten. Die Prager Brücke mußte 1898 einer durchgreifenden Rekonstruktion unterzogen werden, bei der die ursprünglich aus Stahlblechen gebildeten, hoch beanspruchten Zugbänder durch Drahtseile ersetzt und auch sonstige Verläkungen an den Blechbalken und an der Fahrbahn angebracht wurden. — Ueber die konstruktive Anordnung der Verankerungen (s. d.).

Literatur: [1] Handbuch der Ingenieurwissenschaften, II, Brückenbau, 5. Abt., 13. Kap., Theorie der eisernen Bogenbrücken und der Hängebrücken, bearbeitet von J. Melan; 14. Kap., Konstruktion der Hängebrücken, desgl., 3. Aufl., Leipzig 1905 (dasselbst auch ausführliche Literaturangabe.) — [2] Heinzerling, Die Brücken der Gegenwart, I, Heft 5, Die eisernen Hängebrücken, Aachen 1880. — [3] Boulogne, Construction des ponts suspendus modernes, Annales des ponts et chaussées 1886, I. — [4] Zampis, Die Versteifung der Rudolfskettenbrücke in Wien, Zeitfchr. d. österr. Ingen.- u. Arch.-Vereins 1888. — [5] Weingärtner, Auswechslung von Kettengliedern an der Egerbrücke in Ellbogen, Oesterr. Monatschrift für den öffentl. Baudienst 1895, S. 181. — [6] Report of board of engineer officers as to maximum span practicable for suspension bridges, Washington 1894. — [7] Report of board of engineers upon New York and New Jersey Bridge, Washington 1894. — [8] Die East-Riverbrücke zwischen New York und Brooklyn, Journal of the American society of civ.-eng. 1877; Scientific American 1873, 1876, 1877; Deutsche Bauztg. 1870, 1873, 1876, 1878 und 1880; Engineering 1873, 1876, 1877, 1878, 1879, und in den meisten andern Fachzeitchriften von den gleichen Jahrgängen. — [9] Der Wettbewerb für die Erbauung zweier Donaubrücken in Budapest, Zentralblatt der Bauverwaltung 1894, ferner Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1894. — [10] Der Wettbewerb für eine feste Rheinbrücke bei Bonn, besprochen von Th. Landsberg im Zentralblatt der Bauverwaltung 1895, Nr. 3—13, und von Zschetsche in der Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1895. — [11] Der Wettbewerb für eine feste Straßenbrücke über den Rhein bei Worms, besprochen von Th. Landsberg im Zentralblatt der Bauverwaltung 1896, und von Luck in der Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1896. — [12] Köpcke, C., Ueber Hängebrücken mit drei Gelenken, Zeitfchr. d. Arch.- u. Ingen.-Ver. zu Hannover 1888, S. 29. — [13] Die Towerbrücke, Zentralblatt der Bauverwaltung 1893, Engineering. — [14] Die North-Riverbrücke, besprochen von J. Melan, Zeitfchr. d. österr. Ingen.- u. Arch.-Ver. 1895, S. 365; ferner Vortrag von G. Lindenthal in den Verhandlungen des Vereins für Eisenbahnkunde in Berlin 1896. — [15] Die Williamsburgbrücke, Engin. News 1896, 1897, II, 1898, I, 1899, I, 1901, 1902, 1903; Zeitfchr. des Vereins deutscher Ingenieure 1896, 1901, 1902, 1904, S. 1213. — [16] Bohny, Theorie und Konstruktion versteifter Hängebrücken, Leipzig 1905. Melan.

Hängebrücken, feste (Fachwerkhängebrücken). Bei den gewöhnlichen Hängebrücken (f. d., S. 710) sind die haupttragenden Teile (Drahtseile, Stabketten) labil, d. h. sie würden für sich allein, auch abgesehen von elastischen Deformationen, je nach der Belastung verschiedene Formen annehmen; die Versteifung erfolgt durch besondere Versteifungsträger, welche mittels Tragflangen an jenen Hauptträgern aufgehängt sind. Noch ehe die Versteifungsträger ihre gegenwärtige Ausbildung erlangten, hatte jedoch Köpcke Hängebrücken mit stabilen (unverchiebbaren) Fachwerken (f. d.) als Hauptträgern vorgeschlagen, welche steife Hängebrücken oder, weil auch die gewöhnlichen Hängebrücken gegenwärtig möglichst versteift werden, feste Hängebrücken (Fachwerkhängebrücken) genannt werden.

Derartige Tragwerke können von statisch bestimmter oder statisch unbestimmter Art sein, d. h. die Anordnung kann so erfolgen, daß alle Stützenreaktionen durch die Statik allein bestimmt sind (ohne Zuhilfenahme der Elastizitätslehre), oder daß dies nicht zutrifft, wobei es auf Form und System des Trägers nicht ankommt (f. Träger). Bei den Vorschlägen von Köpcke handelte es sich um statisch bestimmte Trägerarten, da es ihm darauf ankam, die Stützenreaktionen von Temperaturänderungen und kleinen Bewegungen der Stützpunkte unabhängig zu erhalten (vergl. Gelenke). Die in Fig. 1 angedeutete Trägerart ist bei beliebig vielen Oeffnungen einfach statisch unbestimmt; es genügt, eine der Größen, welche die Stützenreaktionen



Fig. 1.

bestimmen, den Horizontal Schub H , aus der Elastizitätslehre abzuleiten (vgl. Bogen, durchlaufende), wobei zu beachten, daß H infolge der horizontal frei verschiebbaren Auflager über den Zwischenstützen in allen Oeffnungen den gleichen Wert hat. Wird nun in einer beliebigen Oeffnung ein Zwischengelenk eingeschaltet (Fig. 2), so erhalten wir eine neue statische Gleichung (Moment der äußeren Kräfte vor oder nach dem Gelenk in Hinsicht des Gelenkmittelpunkts gleich Null), aus welcher der Horizontal Schub bestimmt werden kann. Form und System des Trägers (letzteres auf die Gliederung der Trägerstücke zwischen den Gelenken bezogen, f. Träger) können auch hier beliebig fein; bei statisch bestimmtem System lassen sich alle Stabkräfte nach Ermittlung der äußeren Kräfte (einschließ-

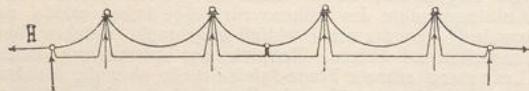
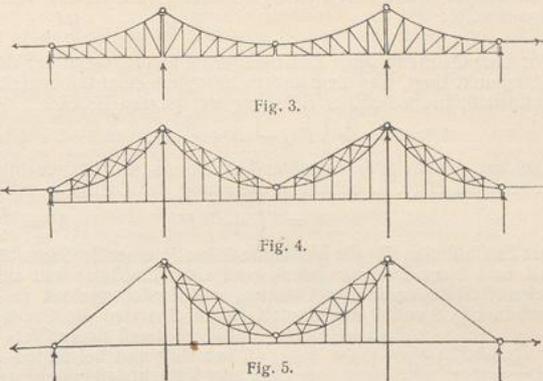


Fig. 2.

lich der Stützenreaktionen) ohne Zuhilfenahme der Elastizitätslehre berechnen. In Fig. 3 und 4 sind zwei feste Hängebrücken von statisch bestimmter Art skizziert (die in Fig. 3 bei den Zwischenstützen durch Pfeile angedeuteten Kräfte sind wie bei Fig. 1 und 2 in den oberen Auflagern wirkend zu denken); für Fig. 3 ist auch das System statisch bestimmt, während dasselbe im Falle von Fig. 4 bei nur auf Zug widerstandsfähigen Diagonalen statisch bestimmt (f. Gegendiagonalen), bei gleichzeitiger Widerstandsfähigkeit der sich kreuzenden Diagonalen

aber statisch unbestimmt ist. Der Fig. 3 entspricht beispielsweise eine Fußgängerbrücke über den Main in Frankfurt (Mittelöffnung licht 79,69 m, Seitenöffnungen licht 39,56 m, vollendet 1869 [6], [18], S. 264, und Tafel VII), die erste Ausführung einer festen Hängebrücke, während die Point-Brücke über den Monongahela bei Pittsburg ähnlich der Fig. 4 angeordnet ist (Fig. 5, Mittelspannweite 243,838 m, Seitenspannweiten 44,195 m, vollendet 1876 [5], [18], S. 286). Auch die Elbebrücke bei Lofschwitz [18], S. 221, und die Towerbrücke in London [9] sind von der in Fig. 3—5 angedeuteten Art, bei der ersteren hat Fig. 3 gegenüber doppeltes System ohne Vertikalen Verwendung gefunden, bei der letzteren sind gegenüber Fig. 4 auch die Obergurten nach unten gekrümmt. Für die Annahme eines Zwischengelenks (Fig. 2—5) ist auch bei gewöhnlichen Drahtseilen keine Unterbrechung des Kabels nötig, da die Theorie der Kabelbrücken auf der Annahme von Gelenken in allen Querschnitten des Kabels beruht.



Bezüglich der Berechnung statisch bestimmter Hängebrücken nach der Art von Fig. 3 und 4 ist zunächst zu bemerken, daß die Oeffnung mit Zwischengelenk ganz wie ein Dreigelenkbogen mit einer Oeffnung wirkt, und demnach auch wie ein solcher berechnet werden kann (f. Bogenfachwerke). Doch wird man bei Anwendung der betreffenden Beziehungen auf Hängebogen den Horizontalschub nach außen und die Ordinaten nach unten positiv wählen, wodurch die Formeln nicht geändert werden. Für jede Oeffnung ohne Zwischengelenk kann man die Grenzwerte der Stabkräfte bei bewegter Last zunächst ebenso berechnen, als ob der fragliche Trägerabschnitt ein einfaches Balkenfachwerk bildete (f. Balkenfachwerke). Mit diesen Grenzwerten sind dann die durch den hinzukommenden Horizontalschub erzeugten Grenzbeanspruchungen so zu kombinieren, daß möglichst ungünstige, d. h. möglichst weit auseinander gelegene, Grenzwerte im ganzen entstehen. Für den gewöhnlichen Fall von Fachwerken einfachen Systems mit Vertikalen (Ständerfachwerke) sind mit den im Art. Bogenfachwerke eingeführten Bezeichnungen die Beiträge eines beliebigen Horizontalschubs H zu den Beanspruchungen der Gurturen, Diagonalen und Vertikalen (für Fig. 6 obere Vorzeichen, für Fig. 7 untere Vorzeichen):

$$\left. \begin{aligned} X_m &= \pm H \left(\beta m - \frac{m-k}{n} \right) \frac{x_m}{\lambda h m}, & Z_m &= \mp H \left(\xi m - 1 - \frac{m-1}{n} k \right) \frac{z_m}{\lambda h m - 1}, \\ D_m &= \pm H \left(w d - \frac{m-\varepsilon}{n} k \right) \frac{d m}{\varepsilon \lambda h m - 1}, & V_m &= \mp H \left(w v - \frac{m-v}{n} k \right) \frac{1}{v \lambda}, \end{aligned} \right\} 1.$$

wonach die Grenzwerte dieser Beiträge den Grenzwerten von H entsprechen. Näheres und Vereinfachungen für besondere Fälle [7], § 79.

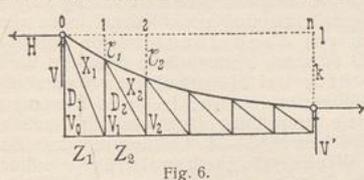


Fig. 6.

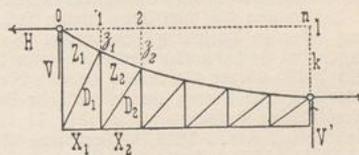


Fig. 7.

Der Ausdruck des Horizontalschubs H für alle Oeffnungen ergibt sich aus den Verhältnissen der Oeffnung mit Zwischengelenk. Liegen die Stützpunkte derselben in gleicher Höhe, das Zwischengelenk um f unter diesen Stützpunkten in der Oeffnungsmitte, und greifen in Entfernungen a_1, a_2, \dots vom Stützpunkt 0 beliebige Lasten P_1, P_2, \dots in Knotenpunkten oder auf der Fahrbahn an, dann hat man bei einer Spannweite $l = 2d$:

$$H = \frac{1}{2f} \left[\frac{d}{6} P a + \frac{l}{2} P (l - a) \right]_z, \quad 2.$$

wonach speziell für eine auf die ganze Spannweite gleichmäßig verteilte Last von u pro Längeneinheit (vgl. Belastung der Träger):

$$H = \left[\frac{u l^2}{8f} \right]_z. \quad 3.$$

Der Index z deutet an, daß sich die auftretenden Größen auch dann auf die Oeffnung mit Zwischengelenk beziehen, wenn augenblicklich eine andre Oeffnung zu berechnen ist. Die Grenzwerte von H und damit der Beiträge 1. entstehen hiernach, wenn die Oeffnung mit Zwischengelenk einmal nur mit der festen Last, das andermal außerdem auf der ganzen Länge mit möglichst starken Verkehrslasten belastet ist (bei verschiedenen möglichen Lastzügen besonders um die Mitte, f. Zug I unter Grenzwerte).

Die Vertikalreaktion R einer Stütze setzt sich im allgemeinen aus 2 Teilen zusammen,

von welchen der eine, V , durch die nachfolgende Oeffnung, der andre, V' , durch die vorhergehende Oeffnung bedingt ist. Für die Oeffnung mit Zwischengelenk hat man:

$$V = \frac{1}{l} \frac{l}{8} P(l-a), \quad V' = \frac{1}{l} \frac{l}{8} Pa, \quad 4.$$

und beispielsweise durch eine gleichmäßig verteilte Last von u pro Längeneinheit auf der ganzen Spannweite:

$$V = V' = \frac{ul}{2}. \quad 5.$$

Für eine Oeffnung ohne Zwischengelenk gelten, wenn der Ursprung der Koordinaten im höchsten Stützpunkt liegt, und dem andern bezüglich einer horizontalen Abziffenachse die Ordinate $y=k$ entspricht, bei beliebiger Belaftung der ganzen Brücke:

$$V = \frac{1}{l} \frac{l}{8} P(l-a) + \frac{k}{l} H, \quad V' = \frac{1}{l} \frac{l}{8} Pa - \frac{k}{l} H, \quad 6.$$

und bei gleichmäßig verteilter Last von u pro Längeneinheit der betrachteten Oeffnung und beliebigem H (d. h. beliebiger Belaftung der Oeffnung mit Zwischengelenk):

$$V = \frac{ul}{2} + \frac{k}{l} H, \quad V' = \frac{ul}{2} - \frac{k}{l} H. \quad 7.$$

Die Einflußlinien für die Vertikalreaktion R einer Zwischenstütze mit anliegenden Oeffnungen l, l_0 mit und ohne Zwischengelenk und einer Endstütze mit anliegender Oeffnung ohne Zwischengelenk, Stützpunkte der Oeffnung mit Zwischengelenk in gleicher Höhe (gewöhnliche Fälle) sind in Fig. 8 und 9 angedeutet. Demnach treten die Grenzwerte der ersten Zwischenreaktion

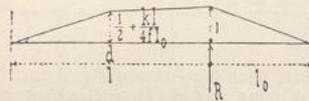


Fig. 8.

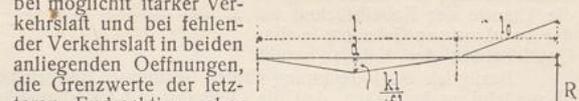


Fig. 9.

bei möglichst starker Verkehrslast und bei fehlender Verkehrslast in beiden anliegenden Oeffnungen, die Grenzwerte der letzteren Endreaktion aber dann ein, wenn einmal die anliegende Oeffnung allein, das andremal die Oeffnung mit Zwischengelenk allein durch möglichst starke Verkehrslast ergriffen ist, was auch bei nicht gleich hohen Stützpunkten der Oeffnung mit Zwischengelenk gilt. Näheres s. Methode b. unter Grenzwerte und [7], S. 275.

Beispiele der Berechnung von Hängebrücken nach vorstehenden Gesichtspunkten für gleichmäßig verteilte bewegte Last und bewegte Radlastzüge [8], B. 93—103. Formeln für Ständerfachwerke und andre Systeme [7], §§ 79—81, spezielle Formeln für die Vertikalen bei Widerlagern und Zwischenpfeilern [8], A. 39, 42, resultierende Gelenkdrücke [8], A. 41, 43. Bezüglich der Oeffnung mit Zwischengelenk f. a. die Hinweise Bd. 2, S. 164. — Die Berechnung der in Fig. 10 angedeuteten, von Müller-

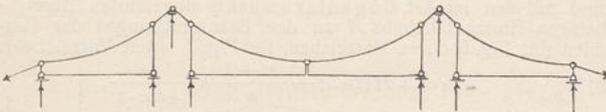


Fig. 10.

Breslau vorgefchlagenen festen Hängebrücke von statisch bestimmter Art, bei welcher im Gegensatz zu Fig. 2 eine Auflagerung der Untergerurten erreicht ist, unterscheidet sich nur bezüglich der Vertikalreaktionen und Stützenvertikalen von der hier besprochenen Berechnung [16], S. 389.

Neben den bis jetzt betrachteten festen Hängebrücken sind verschiedene andre zur Ausführung oder in Vorschlag gekommen. So wurden von Wendelfadt infolge günstiger Erfahrungen bei stellenweiser Versteifung der 1836—39 erbauten Kettenbrücke über die Wefer bei Hameln 1842—45 für die feither erledete Neckarbrücke bei Mannheim zwei parallel übereinander liegende Ketten durch einfache Dreiecksfüllung verbunden, in deren Knotenpunkten die Tragflangen befestigt waren (Fig. 11, 12). Diese Anordnung fand vielfach Nachahmung (Aarbrücke bei Aarau 1844, verschiedene Wiener Brücken 1860—64, Gehweg auf dem Bahnhof Gotha 1871), 1860 bei der von Schnirch erbauten Wiener Donaukanalbrücke erstmals für Eisenbahnbetrieb, sodann 1884 bei der North-Side-Brücke in Pittsburg und 1889 bei der Grand Avenue-Brücke in St. Louis [17], S. 50. Auch für eine projektierte North-River-Brücke in New York mit einer Spannweite von 945 m ist eine ähnliche Verbindung zweier übereinander liegender Kabel angenommen (durch Fachwerk mit Vertikalen und gekreuzten Zugdiagonalen, Fig. 13); auf die in Höhe der Fahrbahn hängenden horizontalen Längsträger war zwar bezüglich der Verteilung der Verkehrslast (auf vier Felder), aber erst in zweiter Linie bezüglich der Versteifung gerechnet [11], S. 96. Die 1862 von Barlow erbaute Lambethbrücke in London mit Drahtseilen als Obergerurten unterscheidet sich von der Trägerart Fig. 3 im wesentlichen durch das Fehlen des Zwischengelenks und fehlende Kabelfädel; daneben ist die Bildung von Untergerurten aus Blechträgerröhren und die Anwendung von



Fig. 13.

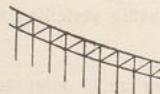


Fig. 12.

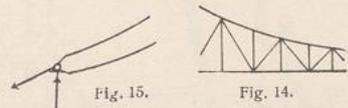


Fig. 11.

Gegendiagonalen zu erwähnen. Bei den Hängebrücken nach Ordifh-Lefeuve (Franz-Josefs-Brücke in Prag 1868, Albertbrücke in London 1872, Straßenbrücke über die Pennsylvania-bahn in Philadelphia 1876) sind Blechbalken an darüberliegenden Stabdreiecken und Zugbändern aufgehängt (S. 725), deren Schwankungen durch schwache Kabel oder Stabketten verhindert

werden sollen, doch haben sich solche Brücken nicht sonderlich bewährt [18], S. 226. Alle diese Konstruktionen sind statisch unbestimmt, ihre Berechnung hat nach den unter Fachwerke, statisch unbestimmte, Träger, zusammengesetzte, Grenzwerte angeführten Methoden mit Berücksichtigung der durch die besonderen Verhältnisse bedingten Vereinfachungen zu erfolgen. Spezielleres darüber enthalten insbesondere die Werke [16]—[18].

Auch bei neueren Brückenkonstruktionen traten von den gewöhnlichen Ausführungen abweichende Anordnungen fester Hängebrücken hervor. Die von Kübler für Bonn projektierte Kabelbrücke stellt eine einfach statisch unbestimmte Trägerart dar, wie sie sich aus Fig. 10 durch Weglassung des Zwischengelenkes ergibt [10]. Da das hierbei angenommene Fachwerkssystem statisch bestimmt ist (Fig. 14), so lassen sich nach Ermittlung des Horizontalschubes aus der Elastizitätslehre (f. Fachwerke, statisch unbestimmte) alle übrigen Stützenreaktionen und Stabkräfte aus rein statischen Beziehungen berechnen (f. Fachwerke, statisch bestimmte). An den Auflagern der Untergurte können auch negative Stützenreaktionen entstehen (das gleiche gilt für Fig. 10); es ist demgemäß durch Verankerung für die Möglichkeit von oben nach unten wirkender Stützenreaktionen Sorge zu tragen, während ein gleichzeitiges Aufheben der horizontalen Beweglichkeit zur Erhöhung der statischen Unbestimmtheit (zu einer andern Trägerart) führen würde. Ein Entwurf von Lauter für Worms unterschied sich von der Trägerart Fig. 1 nur



durch die der Endenanordnung Fig. 15 [12], S. 116; [13], 1897, S. 108; die Trägerart war also einfach statisch unbestimmt; da aber auch drei überzählige Stäbe vorhanden waren, so ergab sich eine vierfach statisch unbestimmte Konstruktion. Dagegen entsprechen die Lindenthal'schen Entwürfe der Brücke über den St. Lorenzstrom bei Quebec (548,02 m) und der Manhattanbrücke über den East River in New York (448,02 m) wieder vollständig der Fig. 1, [18], S. 162, 296, sie stellen die großartigsten Projekte von Fachwerkhängebrücken dar, doch wurden für die Brücke über den St. Lorenzstrom durchlaufende Gelenkträger gewählt (vgl. Gelenkträger, durchlaufender) und auch der Entwurf für die Manhattanbrücke ist nicht zur Ausführung bestimmt [17], S. 80.

Literatur: [1] Köpcke, Ueber die Konstruktion einer steifen Hängebrücke, Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Vereins zu Hannover 1860, S. 346 (auch 1861, S. 231, und 1888, S. 29). — [2] Schwedler, Statische Berechnung der festen Hängebrücke, Zeitschr. f. Bauwesen 1861, S. 73. — [3] Ritter, A., Elementare Theorie und Berechnung eiserner Dach- und Brückenkonstruktionen, Hannover 1873, S. 165, 345. — [4] Schäfer, Graphische Ermittlung der Grenzspannungen für die Seitenöffnung der festen Hängebrücke, Zeitschr. f. Bauwesen 1875, S. 381. — [5] Seehofner, Die Pointbrücke über den Monongahelafluß bei Pittsburg, Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Vereins zu Hannover 1879, S. 67. — [6] Heinzerling, Die eisernen Hängebrücken (Die Brücken der Gegenwart, Heft V), Leipzig 1882. — [7] Weyrauch, Theorie der statisch bestimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1887, S. 272. — [8] Derf., Beispiele und Aufgaben dazu, Leipzig 1888, S. 412. — [9] Barkhausen, Die neue Brücke über die Themse in London unterhalb des Tower, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1894, S. 410, 514, 544. — [10] Kübler, Preisgekürzte Entwürfe von Brücken über die Donau bei Budapest, den Po bei Turin und den Rhein bei Bonn, ebend. 1895, S. 861 (f. a. 1895, S. 457, und 1894, S. 979, sowie Zentralbl. d. Bauverwalt. 1895, S. 57). — [11] Lindenthal, Die projektierte Brücke über den Hudson (North-River) bei New York, Ann. f. Gew. u. Bauw. 1896, S. 93, 113. — [12] Landsberg, Der Wettbewerb für eine feste Straßenbrücke über den Rhein bei Worms, Zentralbl. d. Bauverwalt. 1896, S. 38, 51, 56, 68, 82, 105, 116, 130, 133. — [13] Buck, Der Wettbewerb um den Entwurf einer festen Straßenbrücke über den Rhein bei Worms, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1896, S. 333, 396, 485, 518, 657, 723, 861, 1445, 1469; 1897, S. 61, 106, 467. — [14] Gisclard, Note sur un nouveau type de pont suspendu rigide, Annales des ponts et chaussées 1899, IV, S. 180 (f. a. 1905, I, S. 105, 127). — [15] Schlink, Stabilitäts- und Spannungsuntersuchungen von speziellen Fachwerkträgern mittels des erweiterten Systems, Zeitschr. f. Architektur u. Ingenieurwesen 1903, S. 397. — [16] Müller-Breslau, Die graphische Statik der Baukonstruktionen, I, Leipzig 1901, S. 389; II, Leipzig 1903, S. 292. — [17] Bohny, Theorie und Konstruktion verfleisfter Hängebrücken, Leipzig 1905, S. 13, 39, 49, 68. — [18] Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Bd. 2, 5. Abt.: Eisernen Bogen- und Hängebrücken, Leipzig 1906, S. 1, 134, 158, 219, 264, 286, 296. Weyrauch.

Hängebügel, -buffole, f. Grubeninstrumente, S. 643.

Hängeeisen (Halseisen), f. Bänder, Bd. 1, S. 454.

Hängegerüste, f. Baugerüst.

Hängekompaß, Schiffskompaß, der unter Deck befestigt ist, damit er in der Kajüte von unten abgelesen werden kann; vgl. Kompaß, Grubeninstrumente.

Hängekreuz, ein kreuzähnliches Werkzeug, das sowohl in der Buntpapierfabrikation (f. d.) zum Aufhängen der frisch gefärbten als auch in der Papierfabrikation (f. d.) zum Aufhängen der frisch gegautschten Papierbogen auf Schnüre oder Latten behufs Trocknens derselben verwendet wird. Kraft.

Hängekuppel, f. Gewölbe, S. 503.

Hängelager tragen Transmissionswellen, hauptsächlich Vorgelegwellen, an Deckenbalken, entweder unmittelbar oder durch Vermittlung eines Zwischenträgers von Holz, das sich allerdings leicht verzieht, oder von Eisen.

Die offenen Hängelager Fig. 1—3 gestatten leichtes Ein- und Ausbringen der Wellen. Die gußeisernen Lagerfchalen mit der jetzt gebräuchlichen Ringfchmierung (Fig. 1, 2 und 4)

mit der äußeren Schalenlänge $4d + 40$ mm liegen zwischen Gewindemuffen in einer Kugel-
fläche allseitig drehbar und der Höhe nach verstellbar. Der Stangenschluß (Fig 1) vor den
Schalen vereinigt den Vorzug der offenen mit der größeren Festigkeit der geschlossenen
Hängelager (Fig. 4). Am Lorenzlager (Fig. 3) können sich die Lagerchalen (von der Länge $3,3d$)
ebenfalls je nach der Richtung der Welle einstellen. Konifelhängelager passen sich der
Balkenform so an, daß sie an einem Holzbalken oder am Unterflansch (Fig. 2) oder an Flansch
und Steg eines Trägers oder an den Flanchen eines Zwillingsträgers angeschraubt werden
können. Säulenhängelager haben einen säulenförmigen Hängearm mit daran verstellbarem Aus-
legerarm. Hängeböcke (Fig. 5) zum Einsetzen von Stehlagern sind für schwerer beladete
Wellen von 50—130 mm und Hohlwellen
von 120—200 mm Stärke erforderlich.

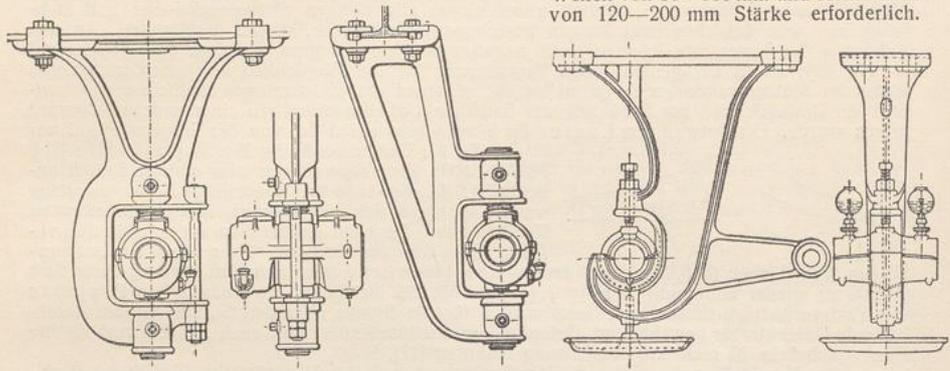


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Offene Hängelager vom Eisenwerk Wülfel in Hannover (Fig. 1):

	40—45	50—55	60—65	70—75	80—85	90—95	100—110 mm
Lagerbohrung . . .	40—45	50—55	60—65	70—75	80—85	90—95	100—110 mm
Schalenlänge . . .	200	240	280	320	360	400	440
Ausladung . . .	300	300	350	350	400	400	500
bis . . .	550	700	700	800	800	800	800
Schraubenzahl . . .	2	2	2	2	4	4	4
Schraubenflärke . . .	20	23	26	29	23	26	29
Schraubenabstand = Ausladung — 50 mm; quer —					110	120	130
Gewicht . . .	23—33	33—49	48—68	69—96	88—124	132—172	176—222 kg
Preis . . .	27—32	34—42	41—49	52—66	61—77	76—92	116—128 M

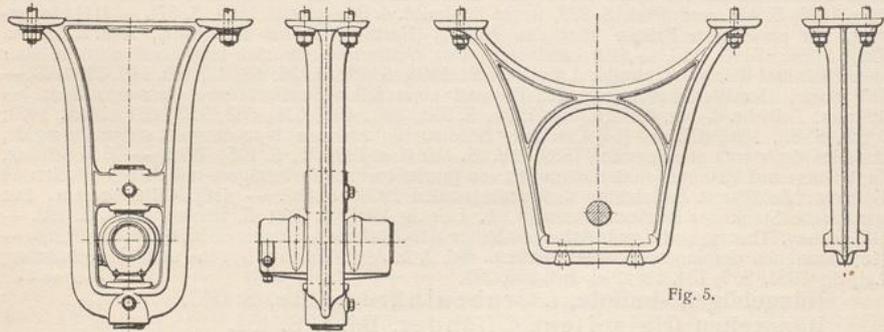


Fig. 4.

Fig. 5.

Geschlossene und offene Hängelager von der Berlin-Anhaltischen Maschinen-
bau-Aktiengesellschaft in Dessau (Fig. 4):

	40—45	50—55	60—65	70—80	85—95	100—110 mm
Lagerbohrung . . .	40—45	50—55	60—65	70—80	85—95	100—110 mm
Schalenlänge . . .	200	240	280	330	390	460
Ausladung . . .	250	300	300	350	350	400
bis . . .	500	700	700	800	800	800
Schraubenzahl . . .	2	2	2	2—4	4	4
Schraubenflärke . . .	20—23	20—23	23—29	26—23	23—26	29—32
Schraubenabstand . . .	300	340	370	420	425	475
bis . . .	400	500	540	630	650	675
quer . . .				110—120	100—145	135—175
Gewicht . . .	20—27	28—46	37—61	60—98	88—133	136—184 kg
Preis . . .	26—31	31—47	40—56	53—71	66—93	98—130 M

(Stangenschluß 4—8 M mehr.)

Hängeböcke von derselben Firma:

Ausladung 500, 600, 700 mit geradem Steg, 800, 900, 1000 nach Fig. 5,							
Lagerbohrung	50—55	60—65	70—80	85—95	100—110	115—130	mm
Schraubenstärke	20—23	23—26	26—29	29—32	29—32	32—35	mm
Schraubenabstand	775	825	875	925	975	1025	mm
+ 75 mm für je 100 mm mehr als 500 Ausladung,							
quer	120—140	140 + 20	160 + 20	180 + 20	200 + 20	220 + 20	mm
Gewicht	65	80	100	125	160	210	kg
bis	100	124	160	205	260	330	kg
Preis	35—52	42—63	51—79	62—97	76—117	98—147	M.

Hängelager von Lorenz in Ettlingen, Fig. 3 (Lofenhäufen in Düffeldorf):

Lagerbohrung	30—35	40—45	50—55	60—65	70—75	80—85	90—95	100—105	mm
Gewicht	8	15	24—28	36—42	54—60	82—94	105—115	140—152	kg
Preis	12	16	22—24	28—31	35—38	46—54	60—66	72—77	M.

Lagerböcke aus gepreßtem Stahlblech für Hänge- und Konfollager (von Paul Löblich in Berlin SO.), Fig. 6, zeichnen sich durch Leichtigkeit und Bruchfestigkeit aus.

Lagerbohrung	30—35	40—45	50—55	60—70	75—90	mm
Ausladung	200—500	200—500	200—600	200—600	300—600	mm
Schraubenstärke	16	16	16—20	20—26	26	mm
Schraubenabstand	267—420	267—420	267—530	311—530	432—594	mm
Gewicht des Lagers	6—10	8—13	10—20	16—23	32—44	kg
Preis	17—25	20—30	23—44	35—55	62—95	M.

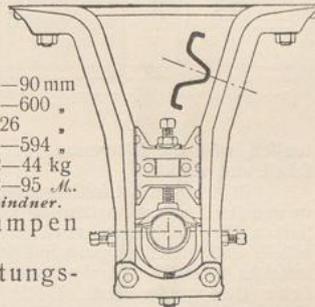


Fig. 6.

Hängelampe, f. Gaslampen, S. 298; Lampen und Grubeninstrumente.

Hängeleiter, f. Feuerchutz und Feuerrettungswesen.

Hängelibelle, f. Grubenmessungen.

Hängematte, aus Segeltuch genäht, bildet an Bord der Kriegsschiffe den Schlafplatz der Unteroffiziere und Mannschaften.

Für jeden Mann werden eine Matratze, ein Matratzenbezug und zwei wollene Decken abgegeben. Die Hängematten werden an den an den Balken befestigten Hängemattshaken mittels Leinen gezäunt. In der Breite beansprucht die Hängematte einen Raum von 450 mm, in der Länge einen solchen von mindestens 3,3 m.

T. Schwarz.

Hängemattskasten, auch Finknetzkasten, dient zum Stauen der Hängematten.

Hängen, im Bergbau f. v. w. Gegenstände, z. B. Material, am Seil in den Schacht hinablassen; f. Schachtförderung.

Hängeniveau, eine Abänderung des Gradbogens; f. Grubeninstrumente.

Hängeplatte (Deckplatte), weit vortretende Platte und wichtiges Glied des Hauptgesimses, das sich in den antiken und von diesen abgeleiteten Stilarten vorfindet und sowohl wagrecht als ansteigend (bei Giebeln) zur Anwendung kommt.

In der ältesten dorischen Bauweise tropfte tatsächlich das Regenwasser von ihr ab, deshalb bekam sie am Oberglied der Unterkante und der Stirnseite eine Waffernase. In dem ionischen und korinthischen Stile wurde zwar das Regenwasser in anderer Weise abgeleitet, es erhielt aber die Hängeplatte dennoch eine Waffernase, die aber hier auf die ganze Breite der Unterlicht ausgedehnt wurde. Im korinthisch-ionischen Stile ist die ausladende Hängeplatte durch einfache glatte oder in geschwungener Form mit Blättern geschmückte Tragfeine (Konfollen) unterstützt, welche etwa in ihrer doppelten Breite voneinander stehen. Die dazwischenliegenden meist quadratischen Felder der Unterlicht sind in starker Vertiefung als sogenannte Kaffetten (f. d.) oder Kaffaturen ausgearbeitet, aus welchen eine tief herabhängende Rosette (f. Blume, Bd. 2, S. 94) heraustritt, womit auch eine wesentliche Erleichterung des überspringenden Teils der Hängeplatte erzielt wird (f. Hauptgesims).

Literatur: [1] v. Mauch, Die architektonischen Ordnungen der Griechen und Römer, Berlin 1875. — [2] Handbuch der Architektur, II. Teil, Bd. 1, Baukunst der Griechen von J. Durm, Darmstadt 1889; II. Teil, Bd. 2, 3. Abfchn., Baukunst der Römer von J. Durm, Stuttgart 1905. — [3] Breymanns Allgemeine Baukonstruktionslehre; Warth, D. O., Konstruktions in Stein, 6. Aufl., Leipzig 1896.

Weinbrenner.

Hängefäule (Hängepfosten, auch Mönch), wichtiger Teil eines Hängewerks (f. d.).

Hängefchacht, ein Schacht (f. Schachtbau) oder eine Schachtteilung, die vorzugsweise dazu dient, um Material in die Grube hinabzulassen.

Hängefange, f. Abteufpumpen.

Hängefangen (Hängefäulen), auf Zug beanspruchte, lotrechte Glieder einer Fachwerkskonstruktion.

Hängewage, f. v. w. Gradbogen (f. d. und Grubeninstrumente).

Hängewand (gesprengte freitragende Wand), Wandbildung ohne Unterstützung, wird am besten als Hängewerk (f. S. 735) konstruiert, bei welchem zur Ausfüllung die nötigen Riegel eingezeichnet sind.

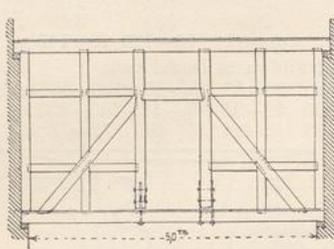


Fig. 1.

Bei durchgehender geschlossener Wand genügt ein einfacher Hängebock; ist eine Tür anzubringen, so soll diese in der Mitte liegen, damit der doppelte Hängebock gleichen Schub ausübt (Fig. 1). Jedoch kann auch die Wand an einem darüberliegenden Balken mittels zweier schräg laufenden Eisenstangen (vgl. Fig. 2)

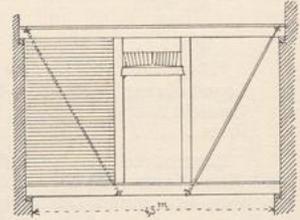


Fig. 2.

hängen, die durch Schrauben angezogen werden. Wenn tunlich, wird die Hängewand zur Verminderung des Gewichts nicht ausgemauert, sondern verschalt und verputzt.

Eine andre Art freitragender Wände zeigen die in neuester Zeit zur Ausführung kommenden 6–8 cm starken Wandbildungen, aus Zement, Kalk oder Gips erstellt und durch Einlagen von Eisenstäben oder Drahtmaschen verstärkt. Hierher gehört: a) die Rabitzsche Bauweise (f. d., D.R.P. Nr. 4590); b) die Monierische Bauweise (f. d.); c) die Hennebiquesche Bauweise (f. d.), die besonders da angewendet wird, wo eine bedeutende Anforderung an Starrheit und innere Festigkeit bei geringstem Querschnitt und sonach Stoffverbrauch gestellt ist; d) die freitragende massive Wand System Pr ü B (D.R.P. Nr. 113048 und 113077), bestehend aus einem Netz von wagerecht und senkrecht nebeneinander gespannten Bandeisen, dessen Maschen *F* mit Backsteinen, Verblendern oder Gußmörtelplatten in Zementmörtel ausgefüllt werden (f. Fig. 3). Weinbrenner.

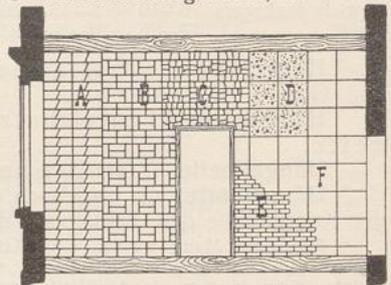


Fig. 3. Ausmauerung des Bandeisennetzes *F*: A mit Trapezsteinen (D.R.G.M. Nr. 150479); B mit Mauersteinen, hochkantig; C mit Platten aus Stücksteinen; D mit Kiesbetonplatten; E mit Verblendsteinen.

Hängewerke und armierte Balken. Der Ausdruck Hängewerk wird im Ingenieurwesen verschieden angewendet, da jede Konstruktion, bei welcher eine Fahrbahn oder andre wesentliche Teile an darüberliegenden Punkten aufgehängt sind, als Hängewerk bezeichnet werden kann, so daß mitunter auch die Hängebrücken (f. d.) zu den Hängewerken gerechnet wurden. Meist hat man jedoch speziell die in Fig. 1–3 angedeuteten Konstruktionen mit dem Namen Hängewerk belegt (einfaches, doppeltes, dreifaches Hängewerk u. f. w., auch Hängebock). Derartige Träger liefern unter der in der Ingenieurmechanik üblichen Voraussetzung, daß die Enden frei drehbar und eines derselben horizontal frei verschiebbar sind (Fig. 4–10), keinen Horizontalschub auf die Stützen, während die Wirkungsweise im übrigen von der sonstigen Anordnung abhängt. Vgl. Sprengwerke.



Fig. 1.

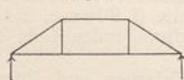


Fig. 2.

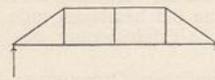


Fig. 3.

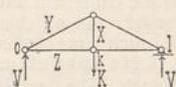


Fig. 4.

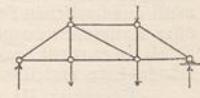


Fig. 5.

Wären in jedem Knotenpunkt (Verbindungsstelle von Stäben) sämtliche dafelbst eintreffenden Stäbe gelenkartig verbunden und äußere Kräfte nur in Knotenpunkten angebracht, dann würden die gewöhnlichen Regeln für Fachwerke eintreten (f. d. u. [8]), alle Stäbe nur axialen Zug oder Druck erleiden und z. B. im Falle von Fig. 4 bei beliebiger Knotenpunktlast *K* die Stabkräfte ausgedrückt sein (Zug positiv):

$$X = K, \quad Y = -K \frac{b}{2h}, \quad Z = K \frac{k}{2h},$$

worin *h*, *b*, *k* die Längen der durch *X*, *Y*, *Z* beanspruchten Stäbe bedeuten. Die Grenzwerte dieser Stabkräfte würden also mit den Grenzwerten von *K* entstehen. Der Träger Fig. 5 ließe

sich unter den angeführten Voraussetzungen in ähnlicher einfacher Weise berechnen, [8], S. 72, während er alsdann ohne eine Diagonale im mittleren Felde auch andre als elastische Verschiebungen zuließe (d. h. labil wäre). Da dies praktisch unzulässig ist, so muß bei doppelten und mehrfachen Hängewerken der fehlenden Diagonalen wegen die Stabilität auf andern Wege erreicht werden.

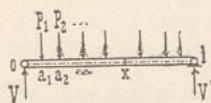


Fig. 6.

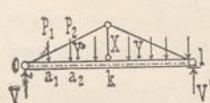


Fig. 7.

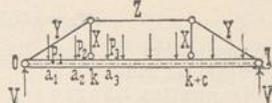


Fig. 8.

Demgemäß fucht man den in Fig. 7, 8 skizzierten Anordnungen zu entsprechen, wonach zwar die nicht horizontalen Stäbe nur axial beansprucht werden, der horizontale Balken aber als durchlaufender Balken mit nachgiebigen Zwischenstützen wirkt (f. Balken, durchlaufende). Da man ohne die Kräfte X, Y, Z in Hängefäulen, Streben und Spannriegel einen gewöhnlichen einfachen Balken hätte (Fig. 6, f. Balken, einfache), für welchen bei beliebiger Belastung die Stützenreaktionen:

$$V = \frac{1}{l} \sum P(l-a), \quad V' = \frac{1}{l} \sum P a, \quad 1.$$

und das Biegemoment und die vertikale Schubkraft im Querschnitt x:

$$(M_x) = Vx - \frac{x}{l} \sum P(x-a), \quad (V_x) = V - \frac{x}{l} \sum P, \quad 2.$$

wenn x die Entfernung des Querschnitts und a_1, a_2, \dots die Entfernungen der Lasten P_1, P_2, \dots vom Auflager 0 bedeuten, die Summen \sum aber alle Lasten zwischen den beigesetzten Grenzen umfassen, so fragt es sich nur noch, welche Werte die hinzukommenden Stabkräfte annehmen und welchen Einfluß sie auf die Beanspruchungen des Balkens ausüben. Dabei ist zu beachten, daß durch Y auch der Balken eine überall gleiche Axialkraft N erhält, so daß sich die Normalspannung in Entfernung v von der Achsichicht (v nach unten positiv) und die Normalspannungen im obersten und untersten Querschnittselement (e_o, e_u deren absolute Entfernungen von der Achsichicht, f. Biegung) bei x ausdrücken:

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M_x}{J} v, \quad \sigma_o = \frac{N}{F} - \frac{M_x}{J} e_o, \quad \sigma_u = \frac{N}{F} + \frac{M_x}{J} e_u, \quad 3.$$

unter F, J, M_x Querschnittsfläche, Trägheitsmoment und wirkliches Biegemoment des Balkens bei x verstanden. Für eine beliebige, auf die ganze Spannweite l gleichmäßig verteilte Last von u pro Längeneinheit liefern 1., 2. (f. Belastung der Träger):

$$V = V' = \frac{ul}{2}, \quad (M_x) = \frac{u}{2} x(l-x), \quad (V_x) = u \left(\frac{l}{2} - x \right). \quad 4.$$

Die Stützenreaktionen der in Fig. 7, 8 angedeuteten Hängewerke und der entsprechenden armierten Balken (f. unten) bleiben wie für den gewöhnlichen einfachen Balken durch 1., 4. bestimmt.

Im folgenden setzen wir die Querschnitte der einzelnen Stäbe konstant voraus, lassen aber verschiedene Materialien der letzteren zu, da die gezogenen Stäbe auch bei hölzernen Balken häufig aus Eisen hergestellt werden. Es mögen l, h, b, c die Längen, F, A, B, C die Querschnitte, E, E_x, E_y, E_z die Elastizitätsmoduln, $\alpha, \alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$ die Ausdehnungskoeffizienten und $\tau, \tau_x, \tau_y, \tau_z$ die Temperaturänderungen (gegen eine dem spannungslosen Zustande entsprechende Normaltemperatur) für die in ihren Achsen durch N, X, Y, Z beanspruchten Stäbe bezeichnen.

Einfaches Hängewerk (Fig. 7). Man hat bei beliebiger Belastung des Balkens und beliebigen Temperaturen aller Stäbe mit $l = 2k$:

$$N = X \frac{k}{2h}, \quad Y = -X \frac{b}{2h}, \quad 5.$$

und wenn zur Abkürzung gesetzt wird:

$$m = l^3 \mu = l^3 \left[1 + \frac{3J}{h^2 F} \left(1 + \frac{E}{E_x} \frac{F}{A} \frac{2h^3}{k^3} + \frac{E}{E_y} \frac{F}{B} \frac{b^3}{k^3} \right) \right], \quad 6.$$

welcher Ausdruck von der Belastung unabhängig ist, von letzterer herrührend:

$$X = \frac{1}{m} \sum P a (3l^2 - 4a^2) + \frac{1}{m} \frac{l}{k} P(l-a) [3l^2 - 4(l-a)^2], \quad 7.$$

wonach z. B. durch eine beliebige, auf die ganze Spannweite gleichmäßig verteilte Last von u pro Längeneinheit (vgl. Belastung der Träger):

$$X = \frac{5ul}{8\mu}, \quad 8.$$

durch verschiedene gleichmäßig verteilte Lasten von u, u' pro Längeneinheit auf der ersten und zweiten Hälfte der Spannweite:

$$X = \frac{5(u+u')l}{16\mu}, \quad 9.$$

durch eine in der Mitte angreifende Last P:

$$X = \frac{P}{\mu}. \quad 10.$$

Gleiche Temperaturänderungen aller Stäbe erzeugen bei gleichem Material derselben keine Beanspruchungen während durch Temperaturänderungen im allgemeinen:

$$X = -\frac{48EJ}{mh} (\alpha_x k^2 + \alpha_x \tau_x h^2 - \alpha_y \tau_y b^2). \quad 11.$$

Für das Moment und die Vertikalkraft im Querschnitt x des Balkens gelten von $x=0$ bis $x=k$:

$$M_x = (M_x) - X \frac{x}{2}, \quad V_x = (V_x) - \frac{X}{2}, \quad 12.$$

und von $x=k$ bis $x=l$:

$$M_x = (M_x) - X \frac{l-x}{2}, \quad V_x = (V_x) + \frac{X}{2}. \quad 13.$$

Bei symmetrischer Belastung liegen gleiche Momente und numerisch gleiche Vertikalkräfte symmetrisch zur Mitte.

Doppeltes Hängewerk (Fig. 8). Bei beliebiger Belastung des Balkens und beliebigen Temperaturänderungen aller Stäbe hat man mit $l=2k+c$:

$$N = X \frac{k}{h}, \quad Y = -X \frac{b}{h}, \quad Z = -X \frac{k}{h}, \quad 14.$$

und wenn zur Abkürzung gesetzt wird:

$$n = 2k^2(2k+3c) \nu = 2k^2(2k+3c) \left[1 + \frac{3}{2k+3c} \frac{J}{h^2} \left(\frac{l}{F} + \frac{2E}{AE_x} \frac{h^3}{k^2} + \frac{2E}{BE_y} \frac{b^3}{k^2} + \frac{cE}{CE_z} \right) \right], \quad 15.$$

welcher Ausdruck, wie oben m , von der Belastung unabhängig ist, von letzterer herrührend:

$$X = \frac{1}{n} \frac{k}{\nu} P a [3k(k+c) - a^2] + \frac{k}{n} \frac{k+c}{h} P [3a(l-a) - k^2] + \frac{1}{n} \frac{l}{k+c} P (l-a) [3k(k+c) - (l-a)^2]. \quad 16.$$

Hiernach wird durch eine beliebige auf die ganze Spannweite gleichmäßig verteilte Last von u pro Längeneinheit (vgl. Belastung der Träger):

$$X = \frac{u}{2n} k(k+c)(5k^2 + 5kc + c^2). \quad 17.$$

durch verschiedene gleichmäßig verteilte Lasten von u, u' pro Längeneinheit auf der ersten und zweiten Hälfte der Spannweite:

$$X = \frac{u+u'}{4n} k(k+c)(5k^2 + 5kc + c^2), \quad 18.$$

durch verschiedene gleichmäßig verteilte Lasten von u, u', u'' pro Längeneinheit zwischen 0 und k bzw. k und $k+c$ bzw. $k+c$ und l :

$$X = \frac{u+u''}{4n} k^3(5k+6c) + \frac{u'}{2n} kc(4k^2 + 6kc + c^2), \quad 19.$$

durch eine bei k oder $k+c$ angreifende Last P und durch zwei bei k und $k+c$ angreifende Lasten P_1, P_2 :

$$X = \frac{P}{2\nu} \quad \text{bzw.} \quad X = \frac{P_1 + P_2}{2\nu}. \quad 20.$$

Gleiche Temperaturänderungen aller Stäbe erzeugen bei gleichem Material derselben keine Beanspruchungen, während durch Temperaturänderungen im allgemeinen:

$$X = -\frac{6EJ}{nh} (\alpha_x l k + 2\alpha_x \tau_x h^2 - 2\alpha_y \tau_y b^2 - \alpha_z \tau_z c k). \quad 21.$$

Für das Moment und die Vertikalkraft im Querschnitt x des Balkens gelten von $x=0$ bis $x=k$:

$$M_x = (M_x) - Xx, \quad V_x = (V_x) - X \quad 22.$$

von $x=k$ bis $x=k+c$:

$$M_x = (M_x) - Xk, \quad V_x = (V_x), \quad 23.$$

und von $x=k+c$ bis $x=l$:

$$M_x = (M_x) - X(l-x), \quad V_x = (V_x) + X. \quad 24.$$

Bei symmetrischer Belastung liegen gleiche Momente und numerisch gleiche Vertikalkräfte symmetrisch zur Mitte. Für den häufig vorkommenden Fall $k=c=l/3$ treten wesentliche Vereinfachungen der Formeln 15. bis 19. ein.

Armierter Balken. Als solche bezeichnet man Träger der in Fig. 9, 10 angedeuteten Art, welche durch Drehung des Hängewerks um die Balkenachse entstanden gedacht werden können. Wie bei diesem soll durch die Unterstützung in k bzw. in k und $k+c$ eine größere Tragfähigkeit als beim einfachen Balken erreicht werden. Für den armierten Balken Fig. 9 gelten neben den Beziehungen 1.—4. die Formeln 5.—13., mit dem alleinigen Unterschiede, daß in 7.—10. den ganzen rechten Seiten ein Minuszeichen vorzusetzen und in 12., 13. vor den X allein negative und positive

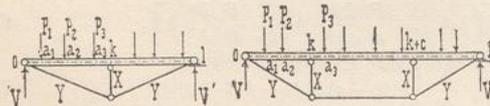


Fig. 9.

Fig. 10.

Vorzeichen zu vertauschen sind. Für den armierten Balken Fig. 10 gelten neben 1.—4. die Gleichungen 14.—24., nur daß den ganzen rechten Seiten von 16.—20. ein Minuszeichen vorzusetzen und in 22.—24. vor den X allein negative und positive Vorzeichen zu vertauschen sind. Abgesehen von Einflüssen der Temperatur sind hiernach für Hängewerke und armierte Balken gleicher Dimensionen und Belastung die M_x, V_x entsprechender Querschnitte des Balkens gleich groß, die Stabkräfte N, X, Y, Z numerisch gleich und von verschiedenen Vorzeichen, nämlich für Hängewerke X, N Zug, Y und Z Druck, für armierte Balken X, N Druck, Y und Z Zug, während die Stützenreaktionen V, V' für gewöhnliche einfache Balken, Hängewerke und armierte Balken bei gleicher Spannweite und Belastung vollständig gleich sind.

Nach den gegebenen Beziehungen lassen sich die Beanspruchungen der am häufigsten vorkommenden Hängewerke und armierten Balken für beliebige Belastungen und Temperaturänderungen berechnen, sobald die Querschnitte bekannt sind. Zu vorläufiger Berechnung der letzteren und andern Näherungsrechnungen können die gegebenen Formeln mit $\mu=1, m=l^3$

in den Fällen Fig. 7, 9, mit $v=1$, $n=2k^2(2k+3c)$ in den Fällen Fig. 8, 10 dienen. Die Grenzwerte der Beanspruchungen bei bewegter Last wären nach einer der unter Grenzwerte angeführten Methoden zu berechnen. Je nachdem größere oder geringere Genauigkeit beansprucht ist, würde meist die dortige Methode b. bzw. c. zu empfehlen sein. Ableitung von Grenzwerten für Hängewerke f. [3].

Literatur: [1] Ritter, A., Elementare Theorie und Berechnung eiserner Dach- und Brückenkonstruktionen, Hannover 1873, S. 298. — [2] Fränkel, Theorie des einfachen Sprengwerks, Civilingenieur 1876, S. 22. — [3] Melan, Theorie d. Sprengwerks, Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereins 1876, S. 233. — [4] Steiner, Kontinuierliche Träger auf balancierten Stützen, ebend. 1876, S. 245 (f. a. Wochenchr. dieses Vereins 1887, S. 37, 42, 107, fowie Techn. Blätter 1885, S. 157, und 1890, S. 212). — [5] Castiglione, Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques et ses applications, Turin 1879, S. 315, 328 (deutsch von Hauff, Wien 1886, S. 316, 323). — [6] Winkler, Theorie der Brücken, I, Aeußere Kräfte der Balkenträger, Wien 1886, S. 223, 256. — [7] Höch, Berechnung der doppelten Hänge- und Sprengwerke bei einseitiger Belastung, Zentralbl. d. Bauverwaltung 1888, S. 474. — [8] Weyrauch, Beispiele und Aufgaben zur Berechnung der statisch bestimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1888 (Aufg. 17, 18, Beisp. 15, u. f. w.). — [9] Lang, Zur Entwicklungsgeschichte der Spannwerke des Bauwesens, Riga 1890, S. 32. — [10] Landsberg, Die Statik der Hochbaukonstruktionen, Stuttgart 1899, S. 198. — [11] Heyn, Das doppelte hölzerne Hängewerk im Dachbinder, Zeitschr. f. Architektur- u. Ingenieurwesen 1899, S. 373. — [12] Müller-Breslau, Die graphische Statik der Baukonstruktionen, II, Leipzig 1903, S. 243. — [13] Derf., Neuere Methoden der Festigkeitslehre, Leipzig 1904, S. 103, 107. *Weyrauch.*

Hängewerke nennt man die Zusammensetzung mehrerer Hölzer, mittels welcher ein an feinen Enden aufliegender Balken, der sich nicht frei tragen würde, an einem oder mehreren Punkten aufgehängt und dadurch seine Last auf die Endpunkte übertragen wird.

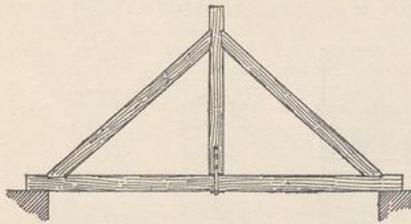


Fig. 1.

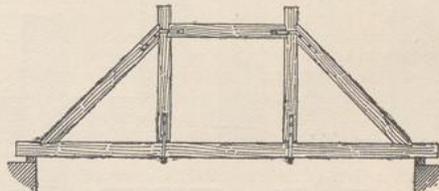


Fig. 2.

Wir unterscheiden 1. einfaches Hängewerk oder Hängebock (Fig. 1), 2. doppeltes Hängewerk (Fig. 2). Namen und Zweck ist aus nachfolgender Zusammenstellung zu entnehmen. Die beigefügten Buchstaben stimmen überein mit jenen, welche in den Figuren die betreffenden Konstruktionsteile bezeichnen.

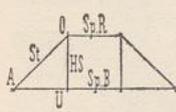


Fig. 4.

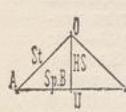


Fig. 3.

1. Zug- oder Spannbalken (Sp. B.), der durchlaufende, auf den beiden Enden aufliegende und durch die Zimmerung zu stützende Tragbalken. Die Entfernung der einzelnen Unterstützungspunkte voneinander hängt von den Querschnittsdimensionen des Balkens

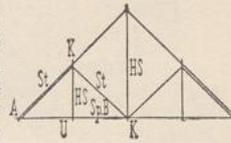


Fig. 5.

ab und sie beträgt bei 16:20 cm ca. 4 m, bei 17,5:25 cm ca. 5—5,5 m. Der Zugbalken liegt mit seinen Enden zumeist nicht unmittelbar auf den Mauern, sondern auf sogenannten Mauerlatten auf (f. Dachstuhl, Bd. 2, S. 514).

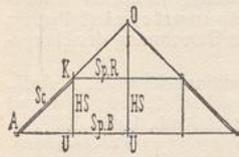


Fig. 6.

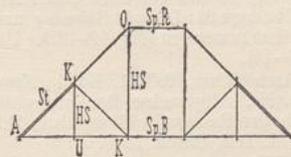


Fig. 7.

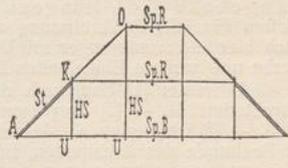


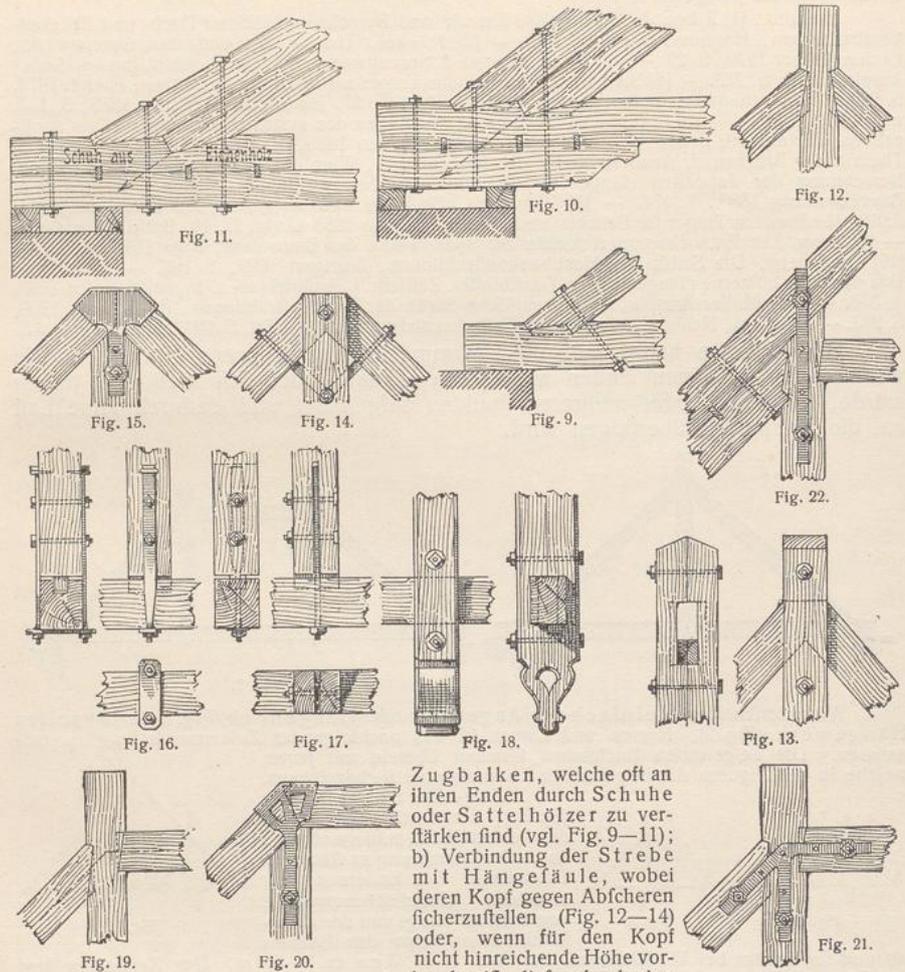
Fig. 8.

2. Streben (St.). Gegen den Horizont geneigt, mit ihren unteren Enden auf den Zugbalken, mit den oberen an den Hängefäulen befestigt und diese haltend. Sie werden auf Druck beansprucht.

3. Hängefäulen, Hängepfosten (H.S.). Haben den Zweck, den Zugbalken an einzelnen Punkten zu tragen. Sie werden auf Zug beansprucht.

4. Spannriegel (Sp. R.). Beim doppelten und mehrfachen Hängewerk vorkommende, die Streben und Hängefäulen miteinander verpannende horizontale Hölzer. Auf Druck bzw. Knicken beansprucht.

Die Verbindungen an den Auflagern *A* und den Knotenpunkten *O*, *U*, *K* werden entweder als reine Holzverbindungen oder mit Hilfe von Eisenarmierungen (Hängeeisen, Bänder, Klammern, Schuhe u. f. w.) ausgeführt. In Fig. 3—8 sind schematische Darstellungen verschiedener Hängewerke dargestellt. Die vorkommenden Verbindungen sind: a) Verbindung der Strebe mit



Zugbalken, welche oft an ihren Enden durch Schuhe oder Sattelhölzer zu verstärken sind (vgl. Fig. 9—11); b) Verbindung der Strebe mit Hängefäule, wobei deren Kopf gegen Abscheren sicherzustellen (Fig. 12—14) oder, wenn für den Kopf nicht hinreichende Höhe vorhanden ist, dieser durch eine

Kappe zu ersetzen ist (Fig. 15); c) Verbindung der Hängefäule mit Zugbalken durch Hängeband (f. d.), Hängeeisen (Fig. 16 und 17) oder durch Anordnung doppelter Hängepfosten (Fig. 18); d) Verbindung der Hängefäule mit Strebe und Spannriegel (f. Fig. 2); auch hier sind Armierungen mit Vorteil anzuwenden (Fig. 19—22). Ueber Berechnung der Hängewerke und weitere Einzelheiten f. [1]—[4].

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, 3. Teil, Bd. 1, Konstruktionselemente, 2. Aufl., Darmstadt 1891. — [2] Breymann, G. H., Allgemeine Baukonstruktionslehre, 2. Teil, Stuttgart 1885. — [3] Wanderley, G., Handbuch der Baukonstruktionslehre, Bd. 2, 3. Aufl., Halle 1887. — [4] Baukunde des Architekten, Bd. 1, 1. Teil, Berlin 1895. *Weinbrenner.*

Hängewerksbrücken, f. Hängebrücken; auch ältere Bezeichnung für überhöhte Sprengwerksbrücken mit angehängter Fahrbahn (f. Brücken, hölzerne, Bd. 2, S. 345).

Hängezeug, f. Grubeninstrumente.

Hänghaus, f. v. w. Hänge (f. d.).

Hänglade, f. Weberei.

Härborsten (Härterisse), feine oft unsichtbare Risse, die beim Härten besonders von solchen Stücken entstehen, die unregelmäßige Form und Dicke

haben, und zwar dadurch, daß beim raschen und ungleichförmigen Zusammenziehen des abgelöschten Stückes die schneller erkalteten und erfarrten dünneren Teile der heftigen Zusammenziehung der noch weiter erkaltenden und erfarrten stärkeren Teile nicht nachgeben können, wodurch der gleichförmige Zusammenhang des Materiales gestört wird. S. Härten.

Dalchow.

Härte. Im gewöhnlichen Sprachgebrauch wird teilweise jede Art der Aeußerung von Druckfestigkeit als Härte bezeichnet; der engere Begriff Härte aber bezeichnet die Druckfestigkeit eines Körpers nicht, soweit er als Ganzes, sondern nur, soweit er auf einem eng begrenzten Gebiet seiner Oberfläche durch Druck in Anspruch genommen wird. Je nach der Art dieser Inanspruchnahme ist nun der Begriff Härte wieder verschieden und daher das Maß der Härte eines Körpers wechselnd je nach dem Verfahren, durch welches die Härte geprüft und deren Grad gemessen wird, ein andres, je nachdem der Körper durch einen gleich harten oder durch einen härteren beansprucht wird, je nachdem das Werkzeug stumpfer oder spitziger, je nachdem die Inanspruchnahme in der Ruhe oder unter gleitender oder unter bohrender Bewegung des Werkzeuges erfolgt (statische und dynamische Beanspruchung), und sehr verschieden je nach der Geschwindigkeit der Bewegung.

Beim Eindringen von Geschossen und bei der Bearbeitung rasch rotierender Körper auf der Drehbank kann man eine vollständige Umkehr des gewöhnlichen Härteverhältnisses der Körper beobachten, deren Ursache in der ungleichen Veränderlichkeit der Härte verschiedener Körper mit der Temperatur sowie in der ungleichen Erwärmung der bei der Bewegung beanspruchten Körper, teilweise auch in einer Verzögerung der Reaktion der Kohäsionskräfte bei sehr rascher Inanspruchnahme gesucht werden muß. — Bei der Entdeckung des periodischen Systems der Elemente (s. Atomgewicht) wurde die Härte als eine derjenigen physikalischen Eigenschaften der Elemente erkannt, welche die Perioden der nach der Größe ihrer Atomgewichte geordneten Elemente kennzeichnen. Eine weitere Ausführung dieser Gesetzmäßigkeit unter Berechnung der Härte der Elemente im Maß der Mohs'schen Skala gibt [14].

Die Mineralogen nennen von zwei Körpern denjenigen den härteren, der den andern ritzt, während er von diesem nicht geritzt wird. Hierbei ist indessen zu berücksichtigen, daß gleich harte Körper sich gegenseitig ritzen, daß der härtere den weicheren nur ritzt, wenn das beanspruchte Oberflächenelement über ein gewisses Maß von Druck pro Flächeneinheit erleidet, daß manche Kristalle an den Kanten härter zu sein pflegen als inmitten der Flächen, daß das Ritzen der Kristallflächen in verschiedenen Richtungen zum Teil verschieden leicht erfolgt. Allgemein gebräuchlich ist jetzt die zehnstufige Härteskala von Mohs, worüber der Art. „Härtebestimmung“ zu vergleichen ist. Wir geben, diesen zehn Stufen entsprechend, nach [1] oder [2] folgende weitere Härtemaße verschiedener Körper, zugleich unter Verweis auf den Art. „Edelsteine“, wo sich weitere Härteangaben finden.

Wachs (bei 0°) 0,2; Lehm 0,3; Graphit 0,5—1; Kaolin 1; Asphalt 1—2; Gips 1,6—2; Schwefel 1,5—2,5; Salpeter 2; Eisenvitriol 2; Spießglanz 2; Anthrazit 2,2; Alaun 2—2,5; Bernstein 2—2,5; Bitterfalz 2,3; Meerchaum 2—3; Bleiglanz 2,5; Wismut 2,5; Kupfer 2,5—3; Gold und Silber 2,5—3; Glimmer 2,8; Antimon 3,3; Schwerpat 3,3; Aragonit 3,5; Arsen 3,5; Marmor 3—4; Serpentin 3—4; Dolomit 3,5—4; Opal 4—6; Platin 4,3; Palladium 4,8; Galmei 5; Asbest 5; Hornblende 5,5; Adular 6; Augit 6; Eifenglanz 6; Iridium 6; Magnetisenerz 6; Eisenkies 6,3; Platiniridium 6,5; Achat, Feuerstein 7; Granat 7; Turmalin 7,3; Andalufit 7,5; Beryll 7,8.

Für die Geschichte der Versuche, durch welche man bestrebt war, die des einheitlichen Maßes entbehrenden mineralogischen Härtestufen durch ein quantitatives Härtemaß zu ersetzen, verweisen wir auf [3] und [4] sowie auf den Art. „Härtebestimmung“. Alle diejenigen Methoden, welche die Härte als „Eindringungs“widerstand betrachtend, mittels eines spitzen Instruments, Sklerometer, prüfen, sowie jene, welche sich anderer, mit der Härte zusammenhängender Körpereigenschaften, wie der Scherfestigkeit [5] bedienen, leiden an Willkürlichkeiten. Ausgezeichnet durch die mathematisch exakte Definition des Begriffs Härte sowie durch die relative Unabhängigkeit von der Form des Werkzeuges ist das Verfahren von Hertz und Auerbach [3] und [6].

Hertz beschränkt den Begriff Härte auf die statische Beanspruchung durch ein Werkzeug mit kugligem Ende, das hierbei am besten aus demselben Material wie der zu prüfende Körper besteht. Nach der Theorie von Hertz ist der Radius der Druckfläche proportional der Kubikwurzel aus dem Gesamtdruck, so daß der Druck pro Flächeneinheit mit der Kubikwurzel aus dem Gesamtdruck proportional wächst. Dieser Einheitsdruck nimmt vom Rande der Druckfläche gegen die Mitte zu proportional dem Werte $\sqrt{1-k^2}$, wobei k die Entfernung von der Mitte in Einheit des Radius mißt, so daß der Einheitsdruck in der Mitte $\frac{3}{2}$ mal gleich dem mittleren Einheitsdruck wird. Der Grenzwert desjenigen in der Mitte der Druckfläche herrschenden Einheitsdrucks, bei welchem die Elastizitätsgrenze erreicht wird, ist nach Hertz das Maß der Härte. Dieser Druck ist $P_1 = 6P : \pi d^2$, wobei P der Gesamtdruck und d der Durchmesser der Druckfläche ist. Der Wert von P_1 ist nach der Theorie unabhängig vom Krümmungsradius des Werkzeuges.

Auerbach [7] hat die Hertz'sche Methode der Härtemessung weiter ausgebildet; er unterscheidet als Elastizitätsgrenze bei spröden Körpern denjenigen Druck, bei welchem sich um

die Druckfläche ein Sprung bildet, und als Elastizitätsgrenze bei plattförmigen Körpern den Druck, der eine gleichförmige Eindringungsgeschwindigkeit bewirkt. In [13] gibt Auerbach folgende Härtebestimmungen im Hertzchen Maß: Die Eindringungsbeanspruchung beträgt in Kilogramm pro Quadratmillimeter für Talk 5, Gips 14, Steinsalz 20, Kalkpat 92, Flußpat 110, schweres Silikatflintglas 170, leichtes Flint 210, Apatit 237, Adular 253, Borilikatbrownglas 274, Quarz 308, Topas 525, Korund 1150. Der einheitlichen Definition des Begriffs Härte gegenüber erscheint die Unterscheidung eines mehrfachen Begriffs nicht ungerechtfertigt. Die „Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction“ zu Paris hat eingehende theoretische und experimentelle Prüfungen der an den Begriff Härte sich knüpfenden Fragen veranlaßt. Die Berichte, in denen je nach der Art der Einwirkung auf die Körper verschiedene Begriffe von Härte unterschieden werden, liegen vor in [4], [8], [9]. Allgemeinere Untersuchungen über die Begriffe Festigkeit, Härte, Plattizität, Sprödigkeit f. bei [10] und [11]. Einen kurzen Auszug aus [4], [8], [9] und [11] f. [12].

Seit dem Jahre 1900 hat sich eine bei der Pariser Ausstellung mit dem grand prix personnel ausgezeichnete neue Behandlungsart der Härteprüfung die Gunst der metallurgischen Technik errungen [15]. J. A. Brinells Härtemaß ist ebenso wie dasjenige von Hertz aus dem Widerstande abgeleitet, dem das Eindringen eines kuglig gerundeten Werkzeugs in den zu prüfenden Körper begegnet. Aber Stoff und Krümmungsradius des Werkzeugs sind hier vorgeschrieben, nämlich gehärteter Stahl von 10 mm Kugeldurchmesser, ebenso der Druck, nämlich 3000 kg für Eisen und Stahl, 500 kg für Metalle und Legierungen geringerer Härte, so daß die bei zähen Körpern ohnedies schwierige Berücksichtigung der Elastizitätsgrenze hier wegfällt.

Das Brinellsche Härtemaß ist der Quotient aus der Belastung in Kilogramm und der Fläche des erhaltenen Eindrucks in Quadratmillimeter, also der Druck pro Flächeneinheit der beanspruchten Kugelfläche des Werkzeugs, und daher gleich zwei Drittel des Hertzchen Maßes, soweit nicht die Ueberschreitung der Elastizitätsgrenze eine weitere Verschiedenheit bedingt. Durch Multiplikation mit geeigneten Koeffizienten ergeben die Härtezahlen von Eisen und Stahl zugleich die Werte der Zugfestigkeit, also eine bequeme mittelbare Bestimmung dieser Eigenschaft. — Nachfolgende Tabelle dient dazu, die umständliche Berechnung der Kugelkalotte der Druckfläche zu ersparen, indem sie, der Belastung von 3000 kg entsprechend, zu dem Durchmesser der Druckfläche die zugehörige Brinellsche Härtezahl angibt. Die der Belastung 500 kg entsprechenden Härtezahlen sind die sechsten Teile der angegebenen.

Durchmesser mm	Härtezahl														
2,00	945	2,50	602	3,00	415	3,50	302	4,00	229	4,50	179	5,00	143	6,00	95
2,05	899	2,55	578	3,05	401	3,55	293	4,05	223	4,55	174	5,10	137	6,10	92
2,10	857	2,60	555	3,10	388	3,60	285	4,10	217	4,60	170	5,20	131	6,20	89
2,15	817	2,65	534	3,15	375	3,65	277	4,15	212	4,65	167	5,30	126	6,30	86
2,20	780	2,70	514	3,20	363	3,70	269	4,20	207	4,70	163	5,40	121	6,40	83
2,25	745	2,75	495	3,25	352	3,75	262	4,25	202	4,75	159	5,50	116	6,50	80
2,30	712	2,80	477	3,30	341	3,80	255	4,30	197	4,80	156	5,60	111	6,60	77
2,35	682	2,85	461	3,35	331	3,85	248	4,35	192	4,85	152	5,70	107	6,70	74
2,40	654	2,90	444	3,40	321	3,90	241	4,40	187	4,90	149	5,80	103	6,80	72
2,45	627	2,95	429	3,45	311	3,95	235	4,45	183	4,95	146	5,90	99	6,90	70

Nach Dillner ermittelt man aus den Härtezahlen von Eisen und Stahl die Werte der Zugfestigkeit durch Multiplikation mit den Faktoren: a) 0,362 bei Härtezahlen unter 175 und bei Proben senkrecht gegen die Walzrichtung; b) 0,354 ebenso bei Proben parallel der Walzrichtung; c) 0,344 bei Härtezahlen über 175 und bei Proben senkrecht zur Walzrichtung; d) 0,324 ebenso bei Proben parallel der Walzrichtung.

Literatur: [1] Auerbach, in Winkelmann, Handbuch der Physik, 1, Breslau 1891, S. 316. — [2] Landolt und Börnstein, physik.-chem. Tabellen, 3. Aufl., Berlin 1905, S. 57. — [3] Auerbach, Absolute Härtemessung, Wiedem. Ann., 43, 1891, S. 61. — [4] Osmond, Bericht, betreffend die Versuche über statische Eindringung und Ritzung, Paris 1893. — [5] Kick, S., Was sind spröde Körper, wie kann man die Härte ziffermäßig bestimmen? Prag 1889. — [6] Hertz, H., Verhandlungen der Berl. phys. Gesellsch., 1, 1882, S. 67, und Crelles Journal 92, 1882, S. 152. — [7] Auerbach, Ueber Härtemessung, Wiedem. Ann. 45, 1892, S. 262; Ueber die Härte der Metalle, der kristallisierten, der amorphen und der wasserhaltigen Kieselsäure, Drudes Annal. d. Phys. 1900, Bd. 3, S. 108 u. 116. — [8] Osmond, Bericht über die Härte, ihre Definition und Messung, Paris 1893. — [9] Derf., Sprödigkeit und Plattizität, Paris 1893. — [10] Derf., Plattizität und Sprödigkeit, Wiedem. Ann., 45, 1892, S. 277. — [11] Gaudillot, Osmond und Pourcel, Bericht über die technische Terminologie, Paris 1893. — [12] Beiblätter zu den Annalen von Wiedemann, 19, 1895, S. 745. — [13] Die Härte skala in absolutem Maß, Wiedem. Ann., 58, 1896, S. 357. — [14] Rydberg, J. R., Zeitfchr. f. physik. Chemie, 33, 1900, S. 353. — [15] Baumaterialienkunde, Organ des internat. Verbands für die Materialprüfung der Technik 1906, Heft 1 und 8.

Aug. Schmidt.

Härte der Minerale. Für oberflächliche Prüfungen genügen folgende Angaben: Minerale der Härte 1 fühlen sich fettig an, diejenigen der Härte 2 lassen sich mit dem Fingernagel ritzen, nicht aber diejenigen von Härte 3. Mit dem Meffer lassen sich Minerale von Härte 4 leicht, von Härte 5 nur schwer ritzen, wohl aber mit einer harten Feile. Härte 5 ist ungefähr diejenige von gewöhnlichem Fensterglas, härtere Minerale ritzen also daselbe. Was Härte 7 (Quarz) und mehr besitzt, gibt mit dem Stahl Funken. Härter als Quarz sind nur wenige Minerale. —

A. Rofiwal verfuhrte die mittlere Härte der Glieder der Mohs'schen Härtefkala dadurch zu bestimmen, daß er die Gewichtsverluste maß, welche die Minerale beim Reiben mit 100 g Schmirgel (oder Diamant) erlitten, und berechnete außerdem die relative Härte. Vgl. a. den Abschnitt Härte im Art. Gesteine, S. 450.

Literatur: Rofiwal, Neue Bestimmung der Härte, Anzeiger der k. k. Akademie der Wissenschaften, Wien 1893, XI; Vorträge des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse, Wien 1893, S. 605—650. *Leppia.*

Härte des Waffers, f. Waffer.

Härtebestimmung. Unter Härte versteht man den Widerstand, den ein Körper dem Eindringen eines andern Körpers in seine Oberfläche entgegensetzt. Dementsprechend bezeichnet die Mineralogie denjenigen von zwei Körpern als den härteren, welcher den andern zu ritzen vermag.

Als allgemeiner Härtemaßstab dient ihr die fogenannte Mohs'sche Skala, umfassend nach steigender Härte geordnet: Talk (1), Steinfalz (2), Kalkspat (3), Flußspat (4), Apatit (5), Orthoklas (6), Quarz (7), Topas (8), Korund (9) und Diamant (10). Man ermittelt, welches von diesen Mineralien den zu prüfenden Körper eben noch ritzt und welches er selbst eben noch zu ritzen vermag. Seine Härte liegt dann zwischen diesen beiden oder ist gleich derjenigen des Minerals, das ihn eben nicht mehr zu ritzen vermag. Sie wird ausgedrückt durch die Zahl, welche das betreffende Mineral in der aufgeführten Nummernfolge hat. Diese Art der Härtebestimmung ist demnach eine relative; sie beruht nur auf einem Vergleich. Ihr unmittelbar nachgebildet sind die Verfahren von Gollner [1] und von Friedr. Müller [2]. Bei dem ersteren wird mit zylindrischen, an den Enden kegelförmig zugespitzten und mit Schneiden versehenen Stäben aus verschiedenen Stoffen geritzt, während Müller dünne Quadratstäbe aus reinem Zementstahl mit um je 0,1% steigendem Kohlenstoffgehalt verwendet, die durch vorsichtiges Ausglühen im Holzkohlenfeuer und langsames Erkalten auf den Zustand ihrer Naturhärte gebracht und durch eine schräge Fläche wie ein Drehstahl zugespitzt sind. Man erhält durch Ritzen mit diesen Stäben die Härte des Probematerials, bezogen auf die Naturhärte von Kohlenstoffstahl.

Um die Härtemessung auf eine bestimmte Einheit zurückzuführen, sind folgende Verfahren in Vorschlag gebracht:

1. Eindruck- und Einkerbproben bei stetig wachsender oder durch Schlag ausgeübter Belastung. Hierbei dienen als Werkzeuge in der Regel Stempel aus hartem Material und als Härtemaß entweder die Eindringtiefe oder Kerblänge für eine bestimmte Belastung oder Schlagarbeit oder umgekehrt die Belastung bzw. Schlagarbeit, die bei gegebenem Stempel zur Erzielung eines Eindrucks bestimmter Tiefe oder Kerblänge erforderlich ist.

Die Einzelheiten der von verschiedenen Forschern angewendeten Verfahren sind aus der nachstehenden Tabelle S. 740 ersichtlich.

Föppl mißt den Durchmesser der Eindruckflächen bei praktischen Versuchen mit dem Zirkel. Damit die Flächen sich deutlich abgrenzen, wird der eine Zylinder beruht. Er wird hierzu mit Terpentin bestrichen und dann langsam durch eine Terpentinflamme geführt. Beim Verfuhr löst sich die Rußschicht innerhalb der Druckfläche ab und geht auf den ursprünglich unberuhten Zylinder über. Die Druckfläche erscheint daher auf dem beruhten Zylinder als helles Feld in dunklem Grunde und bei dem zweiten Zylinder umgekehrt als dunkles Feld in heller Umgebung. Nach Versuchen von Schwerd [34] geben Zylindersegmente gleich große Eindruckflächen, also gleiche Härtezahlen wie Vollzylinder. Aus Stücken von weniger als 40 mm Durchmesser oder Dicke werden die Proben daher derart hergerichtet, daß zwei Platten des Probematerials auf zwei gegenüberliegende Flächen eines beliebigen Viereckstübens aufgelötet und mit demselben auf 40 mm Durchmesser abgedreht werden. Das sich ergebende Härtemaß H nimmt mit dem Zylinderdurchmesser ab, und zwar ist es umgekehrt proportional der dritten Wurzel aus dem Krümmungshalbmesser r , also

$$H: H_1 = \frac{1}{\sqrt[3]{r}} : \frac{1}{\sqrt[3]{r_1}} = \sqrt[3]{r_1} : \sqrt[3]{r}.$$

Bei der Kugeldruckprobe von Brinell ([31]—[33]) sind Dicke d und Kantenlänge a des Probefstückes von Einfluß auf die Härtezahl, wenn $d < 2,5$ mm und $a < 35$ mm ist. Als normale Abmessungen gelten $d = 10$ mm und $a = 35$ mm. Als Grenze für die Eindringtiefe gilt, daß der Zentriwinkel über dem Eindruck nicht größer als 90° sein darf; innerhalb dieser Grenze ergeben alle Eindrucktiefen bei demselben Material stets gleiche Härtezahlen. Als praktisch haben sich erwiesen Belastungen von 3000 kg für Eisen und Stahl und von 500 kg für weichere Metalle und Legierungen. Die Härtebestimmung nach dem Verfahren von Brinell ist zurzeit am meisten im Gebrauch. Hierbei scheint die Härtezahl H im bestimmten Verhältnis zu den Spannungen an der Streckgrenze (σ_S) und beim Bruch (σ_B) sowie zu der Dehnung (δ) zu stehen, so daß die letzteren aus der Härtezahl berechnet werden können. So fand Brinell für verschiedene Kohlenstoffstähle mit 0,09—1,05% C übereinstimmend die Zugfestigkeit $\sigma_B = 0,35 H$ [35].

Dillner fand für ausgeglühte Metalle folgende Verhältniszahlen:

a) bei Härtezahlen unter 175:

$$\sigma_B = 0,362 H \text{ für Proben senkrecht zur Walzrichtung,}$$

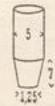
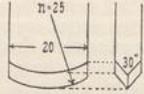
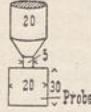
$$\sigma_B = 0,354 H \text{ für Proben parallel zur Walzrichtung.}$$

b) bei Härtezahlen über 175:

$$\sigma_B = 0,344 H \text{ für Proben senkrecht zur Walzrichtung,}$$

$$\sigma_B = 0,324 H \text{ für Proben parallel zur Walzrichtung.}$$

Die Lastdauer ist von Einfluß auf das Ergebnis. Zur Ausführung der Kugeldruckprobe ist jede Druckpresse mit hinreichend genauer Kraftanzeige geeignet. Sonderapparate haben angegeben

Verfahren von	Form des Werkzeuges	Art der Belastung	Maß für die Härte
Calvert und Johnson [3], [4]		Druck	Die erforderliche Belastung, um den Stempel innerhalb einer halben Stunde 3,5 mm tief einzudrücken.
Hugueny [5]	spitzer Kegel	Druck	Belastung für 0,1 mm Eindringtiefe.
United States Ordnance Department [4], [6]	Pyramide	Druck	Das bei 10000 Pfund Belastung verdrängte Volumen. Die Maßeinheit = $\frac{1}{30}$ Kubikzoll.
Kerpeli [6], [7]	spitzer Kegel	Druck	Durchmesser des Grundkreises des mit bestimmter Belastung eingedrückten Kegels.
Keep [4], [6]	Stempel 0,5 Zoll im Quadrat mit 100 kleinen Pyramiden	Schlag	Erforderliche Anzahl aufzufetzender Pyramiden, um bei einem Schlag mit 25 Pfund Gewicht aus 1 Zoll Höhe nur schwache Eindrücke zu erhalten.
Middelberg [8], [9]		Druck	Länge der linienförmigen Einkerbung bei 292 kg Belastung.
Uchatius [10], [11]	Desgl., aber Schneidkante abgerundet	Schlag	Desgl. nach einem Schlage mit 2 kg aus 0,25 m Höhe = 0,5 mkg Schlagarbeit
Spangenberg [7]	wie bei Middelberg	Schlag	Länge der Einkerbung.
Mufchenbröck [11]	Meißel	Schlag	Zahl der Schläge von bestimmter Arbeitsleistung, die zum Durchschneiden eines kleinen Stabes von bestimmten Abmessungen erforderlich ist.
Hertz [12]	Stempel mit kreisförmiger Druckfläche	Druck	Der Normaldruck auf die Flächeneinheit, welcher im Mittelpunkt der kreisförmigen Druckfläche herrschen muß, damit in einem Punkte des Körpers die Spannungen eben die Elastizitätsgrenze erreichen.
Kirsch [7]		Druck	Belastung zur Erzeugung einer bleibenden Eindrückung von 0,01 mm Tiefe.
Föppl [13]	Werkzeug nicht erforderlich	Druck	Zylinder von 40 mm Durchmesser, aus dem Probematerial gefertigt, kreuzweise übereinander liegend, werden mit 6 verschiedenen Belastungen so zusammengepreßt, daß der größte Eindruck 3—4 mm Durchmesser hat. Als Härtemaß gilt das arithmetische Mittel der Quotienten aus Belastung dividiert durch die Fläche des Eindruckes.
Brinell [31]—[33]	Gehärtete Stahlkugel von 10 mm Durchmesser	Druck	Spezifischer Flächendruck, bezogen auf die sphärische Oberfläche des Eindruckes.

Martens [36], Aktiebolaget Alpha, Stockholm, und Huber. Die beiden erstgenannten Apparate haben hydraulischen Antrieb, ihre Gestelle C-Form. Martens hat den hydraulischen Zylinder unten angeordnet. Die Probe liegt auf dem Kolben und wird gegen die vom oberen Schenkel des Gestells getragene Kugel gepreßt. Die Belastung wird aus dem am Manometer abzulesenden Flüssigkeitsdruck und der Kolbenfläche berechnet, wobei der Reibungswiderstand der Kolbendichtung zu berücksichtigen ist. Der Apparat ist mit einer Zeigervorrichtung ausgestattet, welche die Tiefe des Kugeleindruckes unmittelbar anzeigt; gemessen wird hierbei von der Oberfläche der Probe aus auf einem zur Kugel konzentrischen Kreise.

Bei dem Apparat der Aktiebolaget Alpha [37] liegt der hydraulische Zylinder im oberen Schenkel des C-förmigen Gestells. Der abwärts wirkende Kolben arbeitet reibungsfrei ohne Dichtung. Er trägt auf einer Erhöhung die Kugel und preßt sie gegen die Probe. Diese ruht auf der Endfläche einer im unteren Schenkel des Gestells angeordneten Schraube, mit der sie vor dem Versuch auf passende Höhe einzustellen ist. Neben dem Zylinder befindet sich im oberen Schenkel eine kleine Handpumpe zur Erzeugung des Druckes, der unmittelbar in Kilogrammen

am Manometer abzulesen ist. Eine Kontrollvorrichtung dient dazu, Ueberschreitung der gewünschten höchsten Belastung zu verhüten. Sie besteht aus einem mit dem Preßzylinder unmittelbar in Verbindung stehenden kleinen Zylinder, in dem sich ein Kolben ebenfalls reibungsfrei bewegt. Der Kolben wird mit Gewichten belastet, die entsprechend dem Verhältnis der beiden Kolbenflächen kleiner sind als der beabsichtigte Probedruck. Ist letzterer erreicht, so

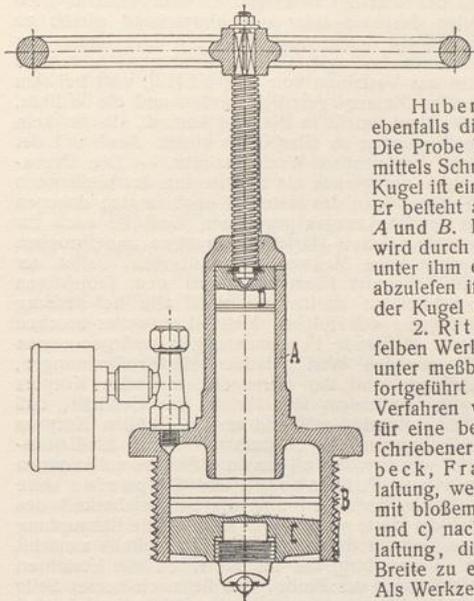


Fig. 1.

hebt der Kolben die Gewichte, ohne daß weitere Drucksteigerung möglich ist. Soll ohne Kontrollapparat gearbeitet werden, so wird der kleine Zylinder mittels eines Schraubendeckels dicht verschlossen.

Huber gibt dem Gestell seines Härteprüfers entweder ebenfalls die Form eines C oder die einer Kopierpresse. Die Probe liegt unten und die Kugel wird von oben her mittels Schraube darauf gedrückt. Zwischen Schraube und Kugel ist ein hydraulischer Kraftmesser eingeschaltet (Fig. 1). Er besteht aus zwei übereinander angeordneten Zylindern A und B. Der Kolben D des oberen, kleineren Zylinders wird durch die Schraube abwärts gedrückt. Der hierdurch unter ihm erzeugte Flüssigkeitsdruck, der am Manometer abzulesen ist, treibt den größeren unteren Kolben C mit der Kugel gegen die Probestfläche.

2. Ritzverfahren unter Benutzung eines und desselben Werkzeuges für alle Härtegrade. Das Werkzeug wird unter meßbarem Druck über die ebene Fläche der Probe fortgeführt und dann als Härtemaß bestimmt: a) nach dem Verfahren von Pfaff [4] der Gewichtsverlust der Probe für eine bestimmte Anzahl von Ritzungen unter vorgeschriebener Belastung; b) nach den Verfahren von Seebek, Franz [14] und von Turner [4] diejenige Belastung, welche ausreicht, um auf der Probestfläche einen mit bloßem Auge noch eben sichtbaren Riß zu hinterlassen, und c) nach Martens ([11] und [15]—[18]) diejenige Belastung, die erforderlich ist, um einen Riß von 0,01 mm Breite zu erzeugen, der mikroskopisch ausgemessen wird. Als Werkzeug dient ein Diamant; feine ritzenartige Wirkung hängt nicht nur von seiner eignen Härte, sondern auch von seiner Form, Art der Anstellung und Geschwindigkeit

der Bewegung ab; daher sind für alle diese Umstände stets gleiche Bedingungen innezuhalten. Turner konstruierte hierzu einen befondern Apparat, der später von Martens verbessert wurde. Bei ihm wird der Diamant in senkrechter Stellung zur Probestfläche von einem Wagebalken getragen, der zur Belastung mit einem Reiter- oder Laufgewichte ausgerüstet ist. Turner läßt den Balken zum Ritzen um eine senkrechte Achse sich drehen; Martens verschiebt die Probe in der Längsrichtung des Balkens unter dem Diamanten.

3. Scherversuche. Kick behauptet, die Härte ist der Scherfestigkeit proportional, und schlägt vor, letztere als Maß der Härte zu bestimmen, [19]—[22], [11], [16]. Er begründet diesen Vorschlag damit, daß erstens beim Eindringen eines Stempels mit kreisförmiger Endfläche in einen Körper unter dem Stempel ein Kegel sich bildet, auf dessen Mantelfläche Schubspannungen herrschen, deren Größe einen wesentlichen Teil des Widerstandes ausmacht, der sich dem Eindringen des Stempels entgegensetzt, und zweitens, weil der Widerstand beim Drehen und Hobeln sich so lange steigert, bis die Schubfestigkeit zwischen dem unmittelbar vor der Druckfläche des Werkzeuges angeflachten Span und dem vollen Material überwunden wird. Das Versuchsstück muß zur Vermeidung von Biegungsspannungen durch die Schervorrichtung allseitig umschlossen werden. Es soll nach keiner Richtung hin ausweichen können und hierdurch ein reiner Abfederungsvorgang erreicht sein, bei dem der Druck wächst, bis die Elastizitätsgrenze auf der ganzen Scherfläche gleichzeitig überschritten wird.

4. Scher- und Druckversuche. Haußner ([23], [24]) kommt bei feinen Versuchen über den Kräfteverbrauch beim Hobeln zu dem Schluß, „daß für gleich harte Körper der Widerstand gegen Druck an der Fließgrenze und die Scherfestigkeit gleich sind“, und will daher die Härte aus den für die beiden genannten Eigenschaften ermittelbaren Werten bestimmen.

5. Kirsch unterscheidet zwischen „durchgehender“ oder „Naturhärte“ und „Oberflächenhärte“. Die erstere definiert er als die Größe des Widerstandes, mit dem ein Material an seiner ursprünglichen Form festhält, in ihr verharrt, und sieht demnach die Spannungen an der Elastizitätsgrenze als Maß der Naturhärte an. Da diese Spannungen bei den verschiedenen Inanspruchnahmen verschieden sind, so unterscheidet er zwischen Zughärte, Druckhärte, Biegungshärte, Scherhärte u. f. w. Die Oberflächenhärte bestimmt er, wie schon in der obigen Tabelle gesagt ist, durch Druckversuche mittels eines Stempels, [7], [25], [26], [23].

6. v. Waltenhofen bestimmt als Härtemaß für Stahl dessen Magnetisierbarkeit, indem er annimmt, daß die Koerzitivkraft mit der Härte abnimmt, [27], [28].

7. Casperson schmilzt Stäbe von bestimmtem Durchmesser mittels des elektrischen Stromes und benutzt als Härtemaß die hierzu erforderliche Strommenge im Vergleich mit Schmelzverfahren an Stäben bekannter Härte, [29], [30].

Der Wert der vorgenannten Methoden zur ziffermäßigen Bestimmung der Härte ist viel umstritten. Den Verfahren, bei denen bleibende Formänderungen, sei es durch Eindringen

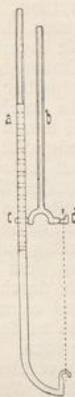
eines flachen Stempels, einer Spitze oder einer Schneide erzeugt werden, haftet der Mangel an, daß ihr Ergebnis nicht nur von der Härte des Materials, sondern auch von feinem Fließvermögen, feiner Bildsamkeit abhängig ist. Dies bedingt, daß für sie jedenfalls die Dauer der Einwirkung festgesetzt sein muß. Ferner kommt bei ihnen die Form des Werkzeuges, dessen Härte, Abnutzung sowie mit Rücksicht auf die Wiedererlangung des ursprünglichen Zustandes bei wiederholtem Schleifen die Gleichförmigkeit des Materials in Frage. Es wird nicht möglich sein, diese Versuchsbedingungen an allen Orten durchaus oder nur hinreichend gleich zu gestalten. Demnach können also mit den hier in Frage kommenden Methoden auch immer nur Relativwerte für die durch Härte und Fließvermögen bedingte Widerstandsfähigkeit gewonnen werden. Auszunehmen ist unter ihnen vielleicht das Verfahren von Föppl [13], weil bei ihm Druckstück und Probe beide aus dem zu prüfenden Material gefertigt werden und die Willkür, die in der Wahl des Durchmessers beider Stücke liegt, nicht in Betracht kommt, da sie kein Hindernis für die Schaffung gleicher Versuchsbedingungen an allen Orten bildet. Auch mit der Kugeldruckprobe von Brinell lassen sich leicht vergleichbare Werte erzielen. — Die Druck- und Einkerproben, bei denen die Inanspruchnahme nur gerade bis zum Beginn der bleibenden Formänderung gesteigert wird, sind von dem Fließvermögen des Materials unabhängig; dagegen bleiben alle obenerwähnten, in dem Zustande des Werkzeuges gegebenen Einflüsse auch für sie bestehen. Sie können daher ebenfalls nur als relative Härtebestimmungen angesehen werden. Den Verfahren dieser Art, welche ohne feine Meßwerkzeuge arbeiten, haftet der Mangel an, daß die Feststellung des Beginns bleibender Formänderungen dem subjektiven Urteil des Beobachters anheimgegeben ist. Schließlich dürften sie auch alle bei Prüfung von sehr spröden Materialien vollkommen versagen, weil solches Material entweder brechen oder an der Druckstelle auspringen wird, bevor bleibende Formänderungen wahrgenommen wurden. — Die Ritzversuche haben ebenfalls nur den Wert relativer Härtebestimmungen, denn auch ihre Ergebnisse sind von dem Zustande und der Form des ritzen Körpers sowie von der Arbeitsgeschwindigkeit abhängig. Außerdem fällt für sie ins Gewicht, daß der fortgeritzte Span bei bildsamen Körpern sich anflacht, während er bei spröden Körpern auspringt. — Das Verfahren von Kirsch zur Bestimmung der „Naturhärte“ durch Elastizitätsmessungen beruht auf einer Definition der Härte, die von der allgemein üblichen vollkommen abweicht, und zur Anerkennung der Methoden von v. Waltenhofen und Casperion wäre zunächst der Beweis zu erbringen, daß die Magnetisierbarkeit und die Schmelzbarkeit des Materials durch den elektrischen Strom tatsächlich der Härte proportional sind. — Die Behauptung von Kick, daß die Scherfestigkeit ein absolutes Maß für die Härte gibt, ist ebenfalls zunächst noch durch zahlreichere Versuche zu erweisen. Ferner birgt die für das Kick'sche Verfahren vorgeschriebene allseitige und derart feste Einschließung der Probe, daß sie nach keiner Seite ausweichen kann, sondern die Scherbacken immer vollkommen ausfüllt, die Gefahr in sich, daß das Material hierdurch eine Veränderung seiner Eigenschaften erleidet, also nicht mehr in dem ursprünglichen Zustande dem Scherversuch bzw. der Härtebestimmung unterworfen wird. Ganz besonders gilt dies von den starren Körpern, die durch den allseitigen Druck zunächst in den bildsamen Zustand übergeführt werden sollen, um sie überhaupt für den Versuch tauglich zu machen. Schließlich vermeint Kick, er messe die Schubelastizität, weil das Abbrechen plötzlich erfolge, sobald die Elastizitätsgrenze auf der ganzen Scherfläche gleichzeitig überschritten werde. Der Beweis hierfür fehlt, und es ist im Gegenteil anzunehmen, daß dem Abbrechen stets Verdrückungen vorausgehen, wenn nicht die Scherbacken sehr breit gewählt werden, so daß unter ihnen die Druckelastizität des Probematerials früher überschritten wird als die Scherfestigkeit. Mit breiten Scherbacken ist nun aber wieder die Gefahr verbunden für das Eintreten von Biegespannungen, welche die reine Scherwirkung beeinträchtigen. — Haubner gibt kein besonderes Verfahren zur Durchführung der von ihm auf Grund von Hobelversuchen vorgeschlagenen Prüfung der Härte nach Scher- und Druckfestigkeit an. Eine getrennte Feststellung beider Eigenschaften dürfte das Richtige nicht treffen, da auch beim Hobeln die Scherfestigkeit des unter Druck befindlichen und hierdurch wahrscheinlich veränderten Materials in Frage kommt. Das Verfahren vereint ungewollt beide Inanspruchnahmen in sich und ist vielleicht gerade deshalb im Sinne Haubners das geeignete. Jedenfalls ist dies aber zunächst durch eingehende vergleichende Untersuchungen zu begründen. Hierbei müßte zugleich auch der Einfluß des Verhältnisses zwischen den Größen der Scher- und Druckflächen bei sprödem und biegsamem Material untersucht werden.

Literatur: [1] Mehrtens, Eisen und Eisenkonstruktionen, S. 275. — [2] Glafers Ann. f. Gewerbe- und Bauwesen 1882. — [3] Poggend. Ann., Bd. 108, S. 175. — [4] Proceedings of the Birmingham Philosophical Society, Vol. 5, T. 2. — [5] Recherches expérimentales sur la dureté des corps 1885. — [6] Sitzungsber. d. Ver. f. Gewerbe. 1888, S. 40. — [7] Mitteil. d. technol. Gewerbemuseums zu Wien, 1891, S. 79. — [8] Glafers Ann. f. Gewerbe- und Bauwesen 1885, Bd. 2, S. 107. — [9] Engineering 1886, Bd. 2, S. 481. — [10] Uchatius, Stahlbronze, Vortrag, gehalten 1874 im k. k. Artilleriearsenal (Gerold). — [11] Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Arch.-Ver. 1890, S. 1. — [12] Verhandl. d. Ver. zur Beförd. d. Gewerbe. 1882, S. 449. — [13] Zentralbl. d. Bauverwaltung. 1896, S. 199. — [14] Poggend. Ann., Bd. 80, S. 37. — [15] Mitteil. a. d. kgl. techn. Versuchsanstalten 1890, S. 215. — [16] Desgl. 1890, S. 277. — [17] Dingl. Polyt. Journ. 1892, Bd. 286, S. 271. — [18] Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1891, S. 365. — [19] Zentralbl. d. Bauverwaltung. 1889, S. 237. — [20] Desgl., S. 313. — [21] Dingl. Polyt. Journ. 1889, Bd. 274, S. 405. — [22] Sitzungsber. d. Ver. z. B. d. Gewerbe. 1890, S. 11. — [23] Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1892, S. 379. — [24] Dingl. Polyt. Journ. 1893, Bd. 288, S. 240. — [25] Desgl. 1891, Bd. 281, S. 292. — [26] Mitteil. d. technol. Gewerbemuseums zu Wien 1891, S. 267. — [27] Dingl. Polyt. Journ. 1863, Bd. 170, S. 201 u. 346. — [28] Desgl. 1875, Bd. 217, S. 357. — [29] Engineering and Mining Journ. 1891, Bd. 1, S. 170. — [30] Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1891, S. 330. — [31] Baumaterialienkunde 1900, S. 276. —

[32] Verhandl. z. Beförderung des Gewerbefleißes 1901, S. 37. — [33] Baumaterialienkunde 1903, S. 7. — [34] Mitteil. a. d. mech.-techn. Laboratorium der Kgl. Techn. Hochschule München, Heft XXV. — [35] Dingl. Polyt. Journ. 1905, Bd. 320, S. 280. — [36] Martens-Guth, Das Kgl. Materialprüfungsamt d. Techn. Hochschule Berlin, S. 305. — [37] Baumaterialienkunde 1906, S. 6.

Härtekloben, Werkzeug, das beim Härten von Säge- und Feilenblättern, Uhrenfedern u. dergl. die erhitzten Stücke während des Eintauchens in die Kühlflüssigkeit trauf gefpannt hält, um ein Werfen und Krummziehen zu verhindern.

Der Teil *a* (s. die Figur) läuft in einem Haken aus, der Teil *b* trägt einen Haken *d* in entgegengesetzter Richtung. In diese Haken wird das glühende Sägeblatt u. s. w. schnell eingehängt und dadurch gespannt gebracht, daß die beiden Griffe zugleich mit der Hand erfaßt und gegeneinander gedrückt werden. Der Teil *b* wird hierbei dadurch in bestimmte Lage gebracht, daß ein Zapfen *c* in einem der reihenförmig angeordneten Löcher eingesteckt wird.



Härten, Erhöhen der normalen Härte von Metallen. Ueber das Härten von Gips f. Gipsstufe, über die Herstellung von Hartglas f. Glas; im folgenden soll vorzugsweise das Härten von Eisen und Stahl erörtert werden.

Härtbarkeit von Eisen und Stahl.

Der Vorgang im allgemeinen. Stahl wird durch Erwärmen auf Kirschrot und mehr oder weniger plötzliches Abkühlen gehärtet. Hierbei ist Regel, daß die Wärme dem zu härtenden Teile gleichmäßig zugeführt und abgeleitet wird. Innerhalb der Grenzen der für den betreffenden Zweck und die verwendete Stahlorte in Frage kommenden Hitzegrade ist der niedrigere dem höheren vorzuziehen, da ein Nachhärten wohl angängig, ein überhitzter Stahl hingegen zur weiteren Verwendung untauglich ist. Für die verschiedenen Stahlorten, je nachdem sie mehr oder weniger Kohlenstoffgehalt haben, liegt die anzuwendende Härtetemperatur zwischen 700 und 1200° C., für harten Stahl näher der niederen, für weichen Stahl näher der höheren Grenze. Bei ungleichmäßigem Erhitzen oder Abkühlen entstehen Härterisse, Härtborsten (s. d.); ungleiche Massenverteilung verursacht erhöhte Ungleichmäßigkeit der Wärmeabgabe und verstärkte Gefahr zur Ribbildung, selbst zum vollständigen Bruch. Auch Verziehen und Werfen des zu härtenden Gegenstandes kann die Folge ungleicher Massenverteilung sein und wird besonders bei dünnen blatt- oder scheibenförmigen Gegenständen auftreten. Ungleichmäßig geformte Stücke sind zur Verhütung der genannten Uebelstände mit den stärkeren Teilen zuerst abzulöfchen; durch Einspannen des Werkstückes zwischen eisernen Preßplatten, z. B. bei Stahlblättern, sowie das Aufziehen eiserner Ringe, z. B. bei Stahlwalzen, nahe an dem Ende des Walzenbundes kann Verziehen und Werfen ebenfalls verhindert werden.

Bei dem gewöhnlichen Härteverfahren wird der Gegenstand durch plötzliches vollständiges Abkühlen zuerst glashart gemacht und ihm dann von der erlangten Härte durch Nachlassen oder Anlassen (s. d.) so viel genommen, als für die jeweilige Anwendung zweckmäßig erscheint; doch kann man die gewünschte Härte auch dadurch erreichen, daß man den glühenden Stahl in erhitztem Oel, geschmolzenem Blei oder Zinn-Blei-Legierung von solchem Wärmegrade bzw. Schmelzpunkte abkühlt, welcher der Temperatur der gewünschten Anlauffarbe entspricht. Die Menge Oel bzw. Legierung muß hinreichend groß sein, damit die Abkühlung des Stahles ohne wesentliche Temperaturerhöhung des Bades erfolgen kann. Nach Wiebe entspricht eine Legierung von 2 Teilen Blei und 1 Teil Zinn einer Schmelztemperatur von 225° C. für Strohgelb, 9 Teilen Blei und 4 Teilen Zinn einer Schmelztemperatur von 240° C. für Dunkelgelb, 3 Teilen Blei und 1 Teil Zinn einer Schmelztemperatur von 250° C. für Purpurrot, 9 Teilen Blei und 2 Teilen Zinn einer Schmelztemperatur von 263° C. für Violett, Blei allein einer Schmelztemperatur von 323° C. für Blau. Abkühlungslüssigkeiten sind: Wasser von 15–20° C., Wasser mit 2% Kochsalz zur rascheren Wärmeableitung, Fett, Oel, Tran und Fettmischungen; zu besonders schneller Abkühlung behufs Erzielung einer außerordentlichen Härte findet auch Quecksilber Anwendung.

Bei unregelmäßig dicken Formen wird die Gefahr der Ribbildung aus dem Innern heraus infolge ungleichmäßiger Abkühlung vermieden, indem man dem Gegenstande durch Ausbohren möglichst gleiche Wandstärke gibt, oder auch, indem man die Stücke nur an jenen Stellen härtet, die bei dem Gebrauche starker Abnutzung unterworfen sind. Große Gewindebohrer und Reibahlen werden deshalb der Länge nach durchbohrt. Die teilweise Härtung der Werkzeuge wird dadurch erzielt, daß man je nach ihrer Form entweder die Erwärmung des Werkzeuges nur in dem Teile vornimmt, der gehärtet werden soll, während der übrige Teil vor der Wärmezufuhr geschützt wird, oder, wenn die Erwärmung sich wegen der geringen Größe oder der Form des Werkzeuges über den ganzen Umfang erstreckt, die Härtung nur an dem gewünschten Teile vornimmt, oder schließlich, indem man an dem vollständig erwärmten und gehärteten Stück eine Verminderung der Härte an dem nicht beanspruchten Teile derselben durch Wiedererhitzung nach dem Härten bewirkt. So kann man beispielsweise beim Härten von Büchsen, hohlen Reibahlen und andern durchbohrten Gegenständen, deren Bohrungswandung weich gehalten werden soll, dies dadurch erreichen, daß man die Stücke auf eiserne Stangen, welche die Bohrung ausfüllen, aufsteckt oder an beiden Enden zwischen zwei auf einem Bolzen befindliche Scheiben klemmt, wodurch die Wärmezufuhr nach der inneren Bohrung abgefnitten wird. Es ersetzt dies bei der Massenherstellung in geeigneter Weise ein älteres Verfahren, nach dem man die Bohrung durch Ausfüllen mit Ton abschließt. Soll andererseits

die Bohrungswandung eines länglichen Stückes gehärtet, das Aeußere jedoch weich gelassen werden, so benutzt man zweckmäßig ein starkes Rohr aus feuerfestem Ton, das möglichst genau das Arbeitsstück umschließt. Dadurch wird ein Durchfließen der Kühlflüssigkeit durch die innere Bohrung zum Härten derselben ermöglicht, während eine Abkühlung des äußeren Umfanges verhindert ist. Eine schädliche ungleichmäßige Abkühlung des Arbeitsstückes unmittelbar vor dem Härten kann schon durch einen scharfen Luftzug hervorgerufen werden; ein solcher ist daher in der Nähe des Härtefeuers nach Möglichkeit zu verhindern. Ebenso ist darauf zu achten, daß das erwärmte Arbeitsstück nach Herausnahme aus dem Härtefeuer möglichst ohne Verzögerung der bestimmten Abkühlung unterworfen und seine Berührung mit kalten Metallteilen vermieden wird. Deshalb ist auf ein geeignetes Erfassen des Gegenstandes Wert zu legen. Erfolgt dieses mittels einer Zange, so werden die von der Zange bedeckten Teile des Werkzeuges nicht rasch genug abgekühlt, die Härtung erfolgt ungleichmäßig, und die Entziehung von Härterissen ist zu befürchten. Deshalb ist das Maul der Zange vorher zweckmäßig auf dunkle Glut zu erwärmen und so auszubilden, daß möglichst wenig Berührungspunkte mit dem Werkstücke vorhanden sind. Durchbohrte Werkzeuge nimmt man mittels Haken auf, die durch die Bohrung gefeckt werden. Fassonfräser, die wechselnden Durchmesser besitzen, sind an mehreren Stellen des Umfanges mit radialen Einschnitten zu versehen, um Spannungen, die zu Sprüngen Veranlassung geben können, zwischen den verschiedenen starken Teilen zu vermeiden. Um die Bildung von Härterissen in dünnen Scheiben wie Kreisfrägen u. f. w. zu verhindern, macht man radiale Einschnitte vom Umfange nach dem Mittelpunkte zu, die etwas über die Grenze des zu härtenden Randes in die Scheibe hineinreichen. Gegenstände wie Gewinde- und Schneidbohrer, bei denen es darauf ankommt, daß sie ihre genauen Schneidkanten behalten, werden zur Erwärmung zweckmäßig mit Lederkohle oder bei höherem Kohlenstoffgehalt mit Hufmehl oder Hornspänen in einer Blechkiste erwärmt, worauf sie in Oel gehärtet und darauf angelassen werden. Bei Herstellung einzelner dieser Stücke können diese im offenen Schmiedefeuer bis zur Rotglut erwärmt werden, nachdem man sie mit gelbem Blutlaugensalz bestrichen hat. Bohrer, die zum Bohren von Werkzeugstahl dienen, können dadurch gehärtet werden, daß man sie nach Erwärmung bis zur hellen Kirchröte mit der Spitze in das Loch eines Bleiblockes hineinsteckt und darin bis zur Erkaltung beläßt. Dieses Loch treibt man zweckmäßig vor dem Erwärmen des Bohrers mit diesem selbst in den Bleiblock hinein.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Art der Abkühlung. Bei der Abkühlung in Wasser ist darauf zu achten, daß stets eine Berührung des ganzen Umfanges des zu härtenden Teiles mit gleichmäßig temperierten Wasserteilen erfolgt. Es ist daher bei ruhendem Wasser eine gleichmäßige Bewegung des Werkstückes in demselben vorzunehmen oder fließendes Wasser oder ein fallender oder aufsteigender Strahl innerhalb eines mit Wasser gefüllten Gefäßes zu verwenden. Hierbei sind hohle Gegenstände derart dem Wasserstrahl auszusetzen, daß keine Dampfbildung in den Höhlungen stattfinden kann; diese würde eine gleichmäßige Abkühlung verhindern. Auch das Bebraufen mittels feiner Wasserstrahlen findet Verwendung, z. B. bei Gefchossen in Richtung gegen ihre Spitze; die sich bildenden Dampfbläschen werden durch die neu auftretenden Wasserstrahlen von der Oberfläche des Arbeitsstückes fortgerissen. In kochendem Wasser läßt sich nicht härten, weil es derart leicht in Dampfform übergeht, daß das glühende Stück sofort von einer Dampfschicht eingehüllt wird, welche die Wärmeableitung und daher das Härten verhindert. Versuche von Jarolimek mit heißem Wasser über 100°C ., das aus einem Dampfkessel auf ein glühendes Stahlstück aufgespritzt wurde, haben eine gute Härtung ergeben. Dieses Ergebnis steht nur in scheinbarem Widerspruch zu dem Gefagten, da in diesem Falle die Bildung einer Dampfhülle dadurch verhindert wird, daß stets neue heiße Wasserstrahlen auf die Oberfläche des Körpers auftreffen und eine rasche Abkühlung bis zur Temperatur des Kesselwassers bewirken. Viele Salze und Säuren erhöhen die Wärmeleitfähigkeit des Wassers, bewirken also eine schärfere Härtung, während alkalische oder mineralische Stoffe entgegengesetzte Wirkung zeigen. Deshalb härtet reines Quell- oder Brunnenwasser, das meist Säuren oder kohlenfaure Salze gelöst enthält, in stärkerem Maße als Flußwasser oder kalkhaltiges Wasser. Längere Zeit hindurch gebrauchtes Hartwasser verliert schließlich die Beimengungen und ergibt eine gleichmäßige und milde Härtung. Während Soda, Salmiak oder namentlich Kochsalz und in noch höherem Maße Säuren die Hartwirkung des Wassers verschärfen, schwächt der Zusatz von Seife oder Alkohol die Härtung ab, dieser dadurch, daß er den Siedepunkt des Wassers erniedrigt und durch Hervorrufen einer beschleunigten Verdampfung den Härtungsvorgang stark verzögert. Bei starkem Zusatz von Seife oder Alkohol wird die Hartwirkung vollständig aufgehoben, was man dazu benutzt, um Teile an gehärteten Gegenständen wieder weich zu machen, indem man sie von neuem erwärmt und in Seifenwasser abkühlt, z. B. Angeln an Feilen, Messern, Säbeln, Sägen u. f. w. Beimengungen organischer Natur mildern die Hartwirkung des Wassers; daraus erklärt sich die Verwendung von Milch, faurem Bier u. f. w. in der Praxis. Beimengungen unlöslicher Bestandteile wie Kalk, in der Form von Kalkmilch, fetter Ton oder Lehm, verzögern je nach dem Mischungsverhältnis mehr oder weniger die Hartwirkung.

Oele und Fette besitzen geringere Härtefähigkeit als Wasser, und zwar um so mehr, je dickflüssiger sie sind. Um eine mittlere Härtung zu erzielen, bedeckt man die Oberfläche von Wasser mit einer Fett- oder Oelschicht, durch die hindurch das zu härtende Stück in das unterhalb befindliche Wasser getaucht wird. Je stärker die Fettschicht ist und je langsamer das Werkstück durch dieselbe geführt wird, um so milder ist die erzielte Härtung.

Von den Metallen in geschmolzenem Zustand besitzt Quecksilber infolge seiner niedrigen Schmelztemperatur und seines hohen Wärmeleitungsvermögens die vollkommenste Hartwirkung und übertrifft auch alle Flüssigkeiten. Zinn, Zink und Blei und deren Legierungen, deren Schmelztemperatur so hoch liegt, daß ihre Bäder eine bedeutende Eigenwärme von 200 bis über 300°C . besitzen, erteilen dem in ihnen abgekühlten Stahl wesentlich gesteigerte

Festigkeit, Elastizität und große Härte, aber nur geringe Schneidkraft. Sie eignen sich zum Härten von Federn und von Werkzeugen, die zur Bearbeitung weicher Materialien dienen, und denen man eine zähe Härte und die erforderliche Schneidkraft geben will, ohne das gehärtete Werkzeug noch nachträglich anzulassen.

Scheibenförmige Werkstücke, wie Sägeblätter u. f. w., härtet man vielfach zwischen Eisenplatten, die durch einen ununterbrochenen Wasserstrahl gekühlt werden. Dadurch, daß das Werkstück auch während des Härtens zwischen den Platten gepreßt wird, wird ein Verziehen desselben verhindert; man nennt diese Art der Härtung auch **Preßhärtung**.

Feuchter Sand und Lehm sowie mit Wasser durchtränkte Holzstücke finden ebenfalls Anwendung; eine gleichmäßige Härtung ist bei ihrer Verwendung jedoch schwer zu erzielen.

Ein kalter scharfer Luftstrom vermag bei Gegenständen von geringem Querschnitt eine Härtung herbeizuführen; die Anwendung eines solchen ist jedoch selten und wenig zuverlässig.

Eine besondere Art der Härtung ist das **Oberflächenhärten, Einsatzhärten**, das man bei wenig härtbarem Stahl oder nicht härtbarem Eisen anwendet, indem man die Stücke durch Einsetzen (s. d.) oder auch durch Einbrennen mit einer harten Oberfläche verzieht. Durch das Einsetzen wird eine tiefer reichende Schicht des Werkstückes während mehrstündigen Glühens in kohlehaltigen Einsatzmitteln hart gemacht, durch das Einbrennen erzielt man nur eine ganz oberflächliche Härte. In beiden Fällen wird die härtende Wirkung durch Aufnahme von Kohlenstoff (Zementation des Eisens) erzielt. Das Einbrennen erfordert die Verwendung solcher Stoffe, die ihren Kohlenstoffgehalt in höherer Temperatur leicht und schnell an das Werkstück abgeben. Am geeignetsten ist gelbes Blutlaugensalz, das in Berührung mit dem rotglühenden Werkstück flüchtig wird und in diesem Zustande eine stark zementierende Wirkung ausübt. Zur Erzielung einer noch stärkeren oder tiefer reichenden Härte wird das Einbrennen wiederholt. Eine ähnliche, aber mildere Wirkung erzielt man bei dünnen Werkzeugen schon dadurch, daß man dieselben abwechselnd bis zur Rotglut erwärmt und in Oel oder Fett taucht und schließlich in Wasser härtet. Zur Verstärkung der Wirkung mengt man dem Oel oder Fett Ruß oder gepulverte Kohle bei, bis man einen Brei erhält, der eine schwerer verbrennliche Schicht bildet, die ihrerseits bei der folgenden Erwärmung eine kräftige Zementation bewirkt. Durch Vermengung von gelbem Blutlaugensalz, Hornspänen oder Klauenmehl, Kalifalpete, Mehl, Fett, Wachs und ähnlichen Teilen erhält man eine pastartige Masse, die zu gleichem Zwecke dienen kann (Härtepaste). Zum Bestreuen im offenen Feuer erwärmt und zu härtender Werkstücke stellt man Härtepulver zusammen aus gelbem Blutlaugensalz, Holzkohle, Kolophonium, geröstetem Kochsalz, Kalifalpete, Klauenmehl, Hornkohle, Glasmehl u. f. w., wobei die kohlehaltigen Bestandteile überwiegen müssen. Die im Handel vielfach angepriesenen Härtepulver sind aus diesen oder ähnlichen Stoffen zusammengelezt.

Schneidwerkzeuge aus Selbsthärterstahl (in der Regel fünffach legierte Spezialstähle, Eisen, Kohlenstoff, Wolfram, Chrom und Mangan enthaltend) vermögen schon durch einfaches Erkalten an der Luft den erforderlichen Härtegrad anzunehmen. Nach dem Ausschmieden der Stähle, zu dem dieselben langsam und vorsichtig zu erwärmen sind, ist ihre Schneide zum Zwecke der Härtung auf helle Kirschrothitze zu erwärmen und dann in kräftigem, kaltem Luftstrom abzukühlen. Die Härtung beruht wie bei den Kohlenstoffstählen auf der Umwandlung der Karbidkohle in Härtungskohle. Die selbsthärtende Eigenschaft ist durch den Mangangehalt verursacht.

Die **Schnelldrehstähle**, die zu den vierfach legierten Spezialstählen gehören und neben dem Eisen und Kohlenstoff noch bedeutende Mengen von Chrom und Wolfram enthalten, widerstehen der bei der Arbeit auftretenden Reibungswärme in wesentlich höherem Maße und gestatten daher eine bedeutend höhere Schnittgeschwindigkeit. Die Natur dieser Schnelldrehstähle läßt eine Härtung zu, die auf vollkommen andern Grundätzen beruht. Während Kohlenstoffstahl beim Härten nicht über die normale Härtungstemperatur von 800–900° C. erhitzt werden darf, bringt bei Schnelldrehstählen im Gegenteil eine selbst bis zur beginnenden Erweichung des Stahles fortgesetzte Ueberhitzung die günstigsten Eigenschaften hervor, ohne fein zartes, feinkörniges Gefüge zu zerstören. Bei dieser hohen Erwärmung verbinden sich Teile des Kohlenstoffes mit Teilen des Chrom und Wolfram zu Karbiden, die (außerordentlich harte Körper) sich hauptsächlich an der Schneide bilden, wo sie von dem umliegenden Eisen festgehalten werden. Außerdem muß angenommen werden, daß physikalische Veränderungen, wie osmotischer Druck (s. Eisen und Härte), die infolge der Ueberhitzung eintreten, eine große Rolle spielen. Demnach fällt auch das eigentliche Härten und ebenso das Anlassen fort; es genügt ein Abkühlen im Gebläsewind. Steht dieser nicht zur Verfügung, so kann die Abkühlung an der Luft oder in Oel oder Talg erfolgen.

Allgemein ist hierbei die Härtewirkung um so besser, je kräftiger die Abkühlung im Windstrom ist; die absolute Härte des Werkzeuges ist bei Anwendung höchster Härtetemperaturen etwas geringer, die Widerstandsfähigkeit gegen die Einwirkung der Erwärmung während der Arbeit aber etwas größer. Der Windstrom soll möglichst senkrecht zu den zu härtenden Flächen auftreffen, wodurch eine höhere Härtewirkung erzielt wird, als wenn der Wind unter einem spitzen Winkel oder parallel gerichtet zufließt. Zur Erwärmung werden die Stähle zweckmäßig in Blechküfchen mit Holzkohlenklein gut umstampft, in dem Härteofen langsam zur Gelbhitze erwärmt und hierin $\frac{1}{2}$ –1 Stunde belassen, worauf sie innerhalb des Ofenraumes ausgepackt, schnell auf die Härtevorrichtung gebracht und abgeblasen werden. Bei Anwendung mehrerer Winddüfen werden diese konzentrisch zur Achse des Stahles angeordnet.

Das **Böhlerische Härteverfahren** bezieht sich auf Stahl, der Chrom, Tungstein und Molybdän enthält. Der Stahl wird bis 950° C. und, wenn eine bedeutende Härte oder eine sehr hohe Schnittgeschwindigkeit verlangt wird, bis 1050° oder selbst 1100° erhitzt, worauf er schnell bis unter die kritische Temperatur, etwa 840° C., gebracht wird, durch ein Bleibad mit einer Temperatur von 650°, in dem er langsam abkühlt.

Befondere Sorgfalt erfordert die Auswahl der Feuerungsanlagen zum Zwecke des Härten von Stahl, da die Erwärmung desselben stets so gleichmäßig erfolgen soll, daß er weder im ganzen noch zum Teil höher erhitzt wird, als zum folgenden Vorgange eben nötig ist, und daß die Erwärmung so rasch vorzunehmen ist, als dies möglich ist, ohne daß einzelne Teile des Stahles, wie Ecken, Kanten u. f. w., früher in eine höhere Hitze gebracht werden als der übrige Körper. Deshalb wird auch der Stahl in Koksfeuer leicht zu rasch und zu hoch erhitzt, um so mehr, als er hier einer verstärkten Einwirkung der Gebläseluft ausgesetzt ist. Auch die Verwendung von Schmiedekohle ist unratsam, vor allem, weil diese oft schädliche Beimengungen von Schwefel enthält. Dieser bildet mit dem Eisen in höherer Temperatur leicht Schwefelverbindungen, die nicht härten und zur Bildung sogenannter Weichflecken führen. Das geeignetste Heizmaterial im offenen Schmiedefeuer ist Holzkohle wegen ihrer großen Reinheit und leichten Brennbarkeit. Diese gestattet die Anwendung der geringsten Menge von Gebläseluft, dessen Einwirkung auf den Stahl um so schädlicher ist, bei je höherer Temperatur sie erfolgt und je länger sie andauert.

Um die Nachteile der direkten Berührung des Stahles mit dem Brennstoffe und der Gebläseluft zu vermeiden sowie zur Erzielung einer gleichmäßigeren Temperatur verwendet man Schachtofen oder auch Flammöfen, in denen der Stahl nur mit den erhitzten Verbrennungsgasen der Brennstoffe, nicht aber mit diesen selbst in Berührung kommt. Zweckmäßig führt man die Schachtofen mit einem zweiten Gewölbe aus, das über dem ersten liegt und zum Vorwärmen der zu härtenden Gegenstände Verwendung finden kann.

Durch die Anwendung einer Eisen- oder Tonmuffel oder mehrerer über- oder hintereinander erhält man einen Muffelofen, in dem die Erwärmung des Stahles ausschließlich durch die von den Wänden der Muffel ausgestrahlte Wärme erfolgt. Diese Form der Härteöfen hat außerordentliche Verbreitung gefunden. Zu verschiedenen Zwecken weichen ihre Ausführungen voneinander ab; man findet eine oder mehrere Muffeln angeordnet, Roß- oder für Gas Düsenfeuerung, oft auch selbsttätige Beschickung. Bei dem in Fig. 1 und 2 schematisch dargestellten Muffelofen besteht der Erwärmungsraum aus einem gußeisernen Rohre *a* von rechteckigem Querschnitte, dessen Enden auf dem Mauerwerke aufliegen, während der mittlere Teil frei über dem Feuerungsraume liegt und ganz von den Feuergasen umspült wird. Die obere Muffel *b* dient zum Vorwärmen der Stähle. Die vorderen Enden der Muffel werden mit Feuertüren verschlossen. Der Ofen wird mit Steinkohle oder Koks auf einem entsprechenden Roße *c* geheizt. Die Werkstücke werden erst eingelegt, wenn die Muffel rotglühend ist. Zweckmäßig ist die Anbringung eines Schiebers für die Zugregelung.

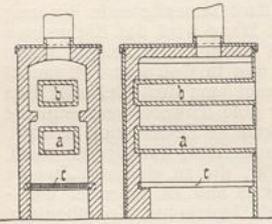


Fig. 1 und 2.

Fig. 3 zeigt einen Gasmuffelofen, dessen Muffel aus Schamotte in einer feuerfesten Kammer von entsprechender Form eingeschlossen ist, so daß ein gleichmäßiger Zwischenraum zwischen Muffel und Auskleidung gebildet wird, in dem sich die Heizgase gleichmäßig ausbreiten. Ein Windkeffel dient zur Unterflützung der gleichmäßigen Luftzufuhr aus dem Ventilator. Zum Härten von Bandstahl u. f. w. verwendet man Muffelöfen, in deren vordere und hintere Feuertüren Oeffnungen freigelassen sind, durch die der Bandstahl gleichmäßig fortlaufend zur Erwärmung in Längsrichtung durch die Muffel gezogen wird, um gleich nach dem Austritte ein Kühlbad zu durchlaufen. Zum Betriebe dient meist Holzkohle.

Aehnlichen ununterbrochenen Betrieb für die Härtung von Stahlkugeln erhält man durch Anordnung einer zylindrischen Muffel, in der eine durch Riemen oder Zahnräder langsam angetriebene Förderschnecke ständig umläuft und die Zuführung der Stahlkugeln, sowie deren Förderung durch die Muffel und Ausföhrung aus dem Ofen selbsttätig bewirkt. Während des

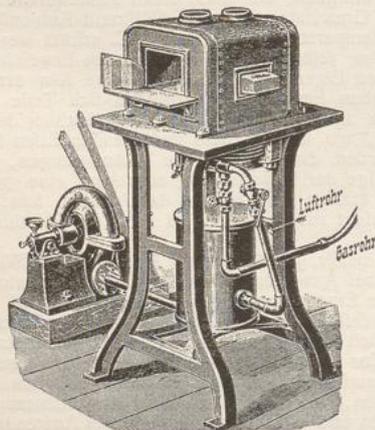


Fig. 3.

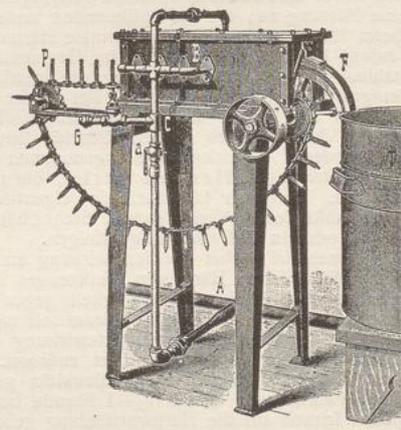


Fig. 4.

Aehnlichen ununterbrochenen Betrieb für die Härtung von Stahlkugeln erhält man durch Anordnung einer zylindrischen Muffel, in der eine durch Riemen oder Zahnräder langsam angetriebene Förderschnecke ständig umläuft und die Zuführung der Stahlkugeln, sowie deren Förderung durch die Muffel und Ausföhrung aus dem Ofen selbsttätig bewirkt. Während des

Durchganges durch die rohrförmige Muffel werden die Kugeln erhitzt. Die Rost- oder Gasfeuerung ist so eingerichtet, daß die Erwärmung der Muffel von der Eintritts- zur Austrittsstelle bis zur höchsten erforderlichen Temperatur gesteigert ist. Bei einer andern Ausführung gelangen die Stücke am Ende der Schnecke durch eine Öffnung im Schneckengehäuse in eine zweite Schnecke, die das Gehäuse der ersten umschließt und die Teile in entgegengesetzter Richtung, also nach dem Zuführungsende zu, zurückfördert, wo sie durch eine Fallrinne in ein untergelegtes Ölbad gelangen.

Zum Härten von Kegeln, Rädchen, Rollen u. f. w. findet der in Fig. 4 dargestellte selbsttätige Härteofen Verwendung, bei dem der Heizraum von einer endlosen Kette durchlaufen wird, deren Glieder die zu härtenden Stücke aufnehmen, um sie dann unmittelbar nach der Erwärmung in das Kühlbad abzuwerfen. *A* ist die Luftzuführung, *G* Gaszuführung, *C* Vereinigung beider, *a* Gashahn, *B* Brenner, *F* Fallrinne, *T* Kühlbad. Die endlose Kette läuft unterhalb des Heizraumes entlang und ist vor der Hitze geschützt, wobei nur die oberen Enden der Zapfen *P*, auf welche die Stücke aufgesteckt werden, in den Heizraum hineinreichen. Die Verwendung von Gas gewährt den Vorteil, daß das Feuer schnell und bequem geregelt werden kann.

Bäder in Härteöfen. Wenn auch im Muffelofen die Berührung mit den Brennstoffen und Feuergasen ausgeschlossen ist, so ist doch der Zutritt von Außenluft an die zu härtenden Gegenstände während der Erwärmung kaum zu vermeiden; auch findet eine ungleichmäßige Erwärmung der Werkstücke dadurch statt, daß diese mit den Wandungen der Muffel in Berührung kommen. Zur Vermeidung dieser Mißstände verwendet man, besonders in größeren Betrieben, Metall- oder Salzbadern von bestimmter Schmelztemperatur, die in geeigneten Öfen geschmolzen werden. Als metallisches Bad wird vorzugsweise geschmolzenes Blei in einem Tiegel von zylindrischer Form verwendet, der so eingebaut ist, daß er ringsum von den Feuergasen umspült wird, ohne jedoch an irgendeiner Seite Stichflammen ausgesetzt zu sein. Ein lichter Durchmesser von 400 mm und eine Tiefe von 700 mm bei einer Wandstärke von 60 mm reicht für gewöhnliche Verhältnisse aus. Bei größeren Abmessungen macht man die Tiegel aus Schmiedeeisen, die zwar haltbarer, aber auch teurer als die gegossenen sind. Zur Heizung wird gewöhnlich Koks, seltener Steinkohle verwendet. Das Hauptaugenmerk ist darauf zu richten, daß das Bleibad stets auf gleicher Temperatur gehalten wird, so lange man härtet. Um das Anhaften des Bleies an den zu härtenden Gegenständen zu verhüten, müssen diese vor dem Einlegen mit einem Brei aus Leinöl, Knochenmehl, Kohlenstaub oder Ruß und Salz bestrichen und gut getrocknet werden. Besonders hat man sich davor zu hüten, daß Stücke eingelegt werden, die vorher nicht vollständig trocken sind, da bei der geringsten anhaltenden Feuchtigkeit gefährliche Explosionen entstehen können. Ebenso kann es vorkommen, daß, wenn der Ofen nach längerem Stillstande wieder angeheizt wird, der Tiegel infolge der Ausdehnung der unteren zuerst schmelzenden Schicht und des Widerstandes, der dieser Ausdehnung von den oberen noch festen Schichten geboten wird, explodiert. Um dies zu verhüten, bringe man beim Abstellen des Ofens, kurz vor dem Erstarren des Bleies, einen konischen Eisenstab mit der Spitze nach unten in den Tiegel und hebe ihn beim Wiederanheizen allmählich aus dem Blei heraus. Zweckmäßig ist die Anordnung einer Vorwärmemuffel in Blei- und Salzbadhärteöfen, in der die zu härtenden Teile bis zur Schwarzwärme, etwa 150–200°, vorgewärmt werden, so daß einmal ein äußerst rasch durchgreifendes Erwärmen im Blei- bzw. Salzbad stattfindet, sodann aber auch das explosionsartige, gefährvolle Aufspritzen der glühenden Masse bzw. das Verletzen des das Härten befordernden Arbeiters vermieden wird. Die Leistungsfähigkeit eines solchen Ofens wird durch Anordnung einer Vorwärmemuffel bedeutend erhöht.

Das Salzbad besteht in der Hauptsache aus Kochsalz unter Beimischung von Soda, Kalifaltpeter und einem Zusatz von chromfauerm Kali, Borax oder gelbem Blutlaugensalz. Eine sehr gleichmäßige Erwärmung des Salzbadens erzielt man mittels elektrischer Heizung, wobei der elektrische Strom das Schmelzbad in allen Teilen durchfließt und hierdurch eine vollständig gleichmäßige Erhitzung desselben bewirkt. An zwei einander gegenüberliegenden Innenwänden des Behälters sind schmiedeeiserne Elektroden angebracht, die einphasigen Wechselstrom in das Schmelzbad leiten. Durch Ab- und Zuschalten von Windungen im primären Stromkreis eines Transformators wird die Temperatur in einfacher Weise geregelt. Der Regelungs-Transformator gestattet die Einstellung der zur gleichmäßigen Erhaltung der verschiedenen Temperaturen erforderlichen Spannungen von 5 bis etwa 30 Volt und gibt außerdem die zum Anheizen des Bades vorübergehend erforderliche höhere Spannung von 50–55 Volt, die durch die Regelungs-vorrichtung allmählich wieder auf die Arbeitsspannung heruntergebracht wird. — S. a. Eifen, Flußeifen, Roheifen, Schweiß Eisen, Stahl.

Literatur: Von den noch bestehenden deutschen Patenten sind folgende zu nennen: a) Härten: Nr. 86 900, 87 727, 90 040, 94 769, 96 376, 96 413, 97 583, 100 310, 100 324, 110 013, 157 683, 164 153, 165 940, 167 034; b) Oberflächenhärten: Nr. 134 356, 144 810, 151 715, 152 712, 155 268, 156 232, 160 687, 163 376, 163 377; c) Enthärten: Nr. 157 948; d) Härte- und Einsetzöfen: Nr. 94 394, 97 209, 100 813, 101 162, 101 743, 137 281, 150 775, 157 206, 159 054, 161 192. Ferner an selbstständigen Werken: [1] Karmarck-Fischer, Mechanische Technologie, II, Leipzig 1891. — [2] Kick, Vorlesungen über mechanische Technologie, Leipzig und Wien 1898. — [3] Ledebur, Mechanisch-metallurgische Technologie, Braunschweig. — [4] Thallner, Werkzeugstahl, Freiberg 1904. — [5] Derf., Konstruktionsstahl, ebend. 1904. — [6] Reifer, Das Härten des Stahles, Leipzig 1906. An Zeitschriften: Stahl und Eisen; Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing.; Zeitschr. für Werkzeugmaschinen und Werkzeuge. An Katalogen: Lorentz jun., Blaufalg- und Feldschmiedenfabrik, Berlin; Ludw. Loewe, A.-G., Berlin; Schuchardt & Schütte, Berlin; Maschinenfabrik Pékrun, Coswig i. S.; R. Weber & Co., Werkzeug- und Maschinenfabrik, Berlin; American Gas Furnace Co., New York.

Dalchow.

Härteofen, f. Härten, S. 746.

Härtepulver, f. Härten, S. 745.

Härtefkala, f. Härte, S. 737; Härtebestimmung, S. 739.

Härtewasser, f. Härten, S. 744.

Häuer, f. Gewinnungsarbeiten, Grubenbetrieb.

Häuergedinge, f. Auffahren.

Häuptel oder **Hauptfchlamm** nannte man den groben Sand, welcher sich nach dem Verpochen der ärmeren Erze in den ersten Gerinnen der Mehlführung aus dem Wasser absetzte (f. Sortieren der Trübe). *Treptow.*

Häuptig, mit Haupt (f. d.) gemauert; einhäuptig, eine Mauer, welche nur auf einer Seite in Flucht gemauert ist; zweihäuptig, eine solche, welche zwei gute Fluchten oder Häupter hat. *Weinbrenner.*

Hafen, f. Flußhafen, Seehäfen.

Hafenbahnen, Anschlußbahnen zur Verbindung von Hafenanlagen mit dem sonstigen Eisenbahnnetz, insbesondere mit den benachbarten Hauptbahnhöfen.

Hafenbahnhof, f. Bahnhöfe, Bd. 1, S. 473, und Güterbahnhöfe, S. 668.

Hafendämme, trennen den Fluß von dem Hafenbecken oder die Hafenbecken voneinander (Molo) (f. Flußhäfen). Bei Seehäfen haben die Hafendämme die Hafenbecken vor dem Seegange zu schützen und werden deshalb **Wellenbrecher** (Diga) genannt.

Der Hafendamm dient auf der Beckenseite zum Anlegen der Schiffe, die hier in der Regel ihre Ladung löschen oder eine neue Ladung einnehmen; der alleinige Zweck des Anlegens kommt meist nur bei Schutz- oder Winterhäfen vor. Bindet ein Hafendamm in das Ufer ein, so nennt man diesen Teil die Dammwurzel und das freie Ende den Hafenkopf. Die Hafendammkrone ist, wenn tunlich, höher als das größte Hochwasser anzuordnen. Die Außenböschung des Dammes erhält zwei- bis dreifache, die innere, dem Hafen zugekehrte Böschung ein- bis zweifache Anlage. Sollen Krane u. dergl. zum Laden und Löschen der Güter verwendet werden, so muß das Ufer im Bereich des Tiefganges der Schiffe nahezu vertikal sein. Die Breite der Dammkrone ist von der Bestimmung des Dammes und von der Art der Benutzung desselben abhängig. Soll die Dammkrone als Fahrweg dienen, so muß sie mindestens eine Breite von 5 m erhalten; meistens sind aber bei großem Verkehr darauf noch Eisenbahngleise anzulegen und mitunter auch noch Schuppen zur vorübergehenden, geschützten Ablagerung der Güter zu errichten. Anbindepfähle und Winden (Spills) zum Verholen (Heranziehen) der Schiffe sind auf jedem benutzten Hafendamm notwendig. Der Hafendammkörper wird ähnlich wie ein Parallelwerk (f. d.) hergestellt und erforderlichenfalls an der Außenseite gegen die Angriffe der Strömung bezw. gegen den Wellenschlag geschützt. Hierüber f. a. Seehäfen (Molo).

Literatur: [1] Franzius und Sonne, Der Wasserbau, Leipzig 1879, S. 514. — [2] Handbuch der Baukunde; Franzius, Der Wasserbau, Berlin 1890. *Pollak.*

Hafenfeuer, allgemein alle in einem Hafen sichtbaren, besonderen Zwecken dienenden Feuer, z. B. Landungsbrückenfeuer, auch Leitfeuer. Strenggenommen bezeichnen die Hafenfeuer aber nur die Einfahrt in einen Innenhafen oder eine Werft, und zwar deutet, wenn sie nicht beide weiß gehalten sind, das grüne Hafenfeuer die rechte, das rote die linke Seite der Einfahrt an, wie letzteres auch in Binnengewässern zur Bezeichnung der Brückendurchfahrten üblich ist; vgl. Leuchtfeuer. *von Nießen.*

Hafenkrananlagen, Hebemaschinen in Häfen, in neuerer Zeit häufig hydraulisch oder elektrisch von einer Zentralfstelle aus betrieben. (S. Krane.)

Hafermalz, f. Malz, Spiritusfabrikation.

Hafnerei, ein besonders in Süddeutschland und Oesterreich gebräuchlicher Ausdruck für Töpferei (f. Tonwaren).

Hafnerwaren, in Süddeutschland und Oesterreich gleichbedeutend mit Töpferwaren (f. Tonwaren).

Haftpflicht. I. Allgemeines. Das Wort Haftpflicht wird vielfach in ganz verschiedenem Sinne angewandt. Irreführend ist, wenn von einer Haftpflicht des Architekten, des Technikers u. f. w. gesprochen wird, z. B. für Konstruktions- oder Rechenfehler u. f. w., die er begeht: für solche Fehler haftet er, weil er seinen Vertrag richtig und ordnungsmäßig auszuführen verpflichtet ist und diese Verpflichtung vorsätzlich oder fahrlässig verletzt. Ein andres aber ist, wenn z. B. ein Architekt für die in seiner Abwesenheit von seinem Bauführer getroffenen unrichtigen Anordnungen verantwortlich gemacht wird, wenn der Spediteur den Schaden vergüten soll, den sein Fuhrmann beim Ausführen der Waren an die Kunden etwa durch Umfahren einer städtischen Straßenlaterne oder ähnliches anrichtet und ähnliche Fälle mehr. Ueber diese Haftpflicht im engeren, eigentlichen Sinn ent-

halten Reichs- und Landesgesetze eine große Reihe von Bestimmungen, welche im folgenden aufgezählt und kurz besprochen werden sollen. Haftpflicht im eigentlichen Sinne liegt vor, wenn jemand, ohne daß ihn an der schadenstiftenden Handlung selbst ein Verschulden trifft, trotzdem verpflichtet ist, den Schaden, welchen seine Leute oder Sachen (Tiere) anrichten, aus eigener Tasche zu vergüten.

Einen Kardinalunterschied macht das Bürgerliche Gesetzbuch bei Behandlung der Haftpflichtfälle hinsichtlich der Frage, ob der in Anspruch Genommene zum Verletzten in einem Vertragsverhältnis steht (im ersten der obigen Beispiele ist der Architekt aus dem Bauvertrag der „Schuldner“ des Bauherrn hinsichtlich der Erstellung des Baus) oder nicht (der Spediteur im zweiten Beispiel). Im ersteren Fall bestimmt der § 278 B.G.B., daß der „Schuldner“ ein Verschulden der Personen, deren er sich zur Erfüllung seiner Verbindlichkeit bedient (in obigem Beispiel der Bauführer), in gleichem Umfang zu vertreten habe wie eigenes Verschulden, mit andern Worten: der Meister, der Prinzipal hat, wenn sein Angestellter oder Geselle vorsätzlich oder fahrlässig dem Besteller u. f. w. einen Schaden zufügt, unweigerlich für diesen Schaden aufzukommen, ohne daß ihm irgendein Entschuldigungsbeweis gestattet wäre (abgesehen vom eignen Verschulden des Verletzten, worüber unten Näheres). Auch im zweiten Fall, wenn der Prinzipal nicht ein „Schuldner“ des Verletzten ist (wie in obigem Beispiel der Spediteur der Stadt gegenüber), ist er gemäß § 831 B.G.B. dennoch zum Ersatz des Schadens verpflichtet, den sein Angestellter in Ausführung der ihm übertragenen Verrichtung einem Dritten widerrechtlich zufügt. Aber in diesem zweiten Fall kann der Prinzipal sich der Ersatzpflicht entziehen, wenn er den Beweis erbringt, daß er bei der Auswahl des Angestellten die im Verkehr erforderliche Sorgfalt beobachtet habe; die weiteren Bestimmungen des § 831 B.G.B. sind praktisch weniger wichtig. Daraus folgt, daß bei Anstellung von Fuhrleuten und ganz besonders von Chauffeuren, aber auch von Markthelfern, Hausknechten und sonstigen Gehilfen aller Art eine viel größere Vorsicht als seither dringend geboten ist, da die Gerichte diesen sogenannten „Exkulpationsbeweis“, daß der Prinzipal bei Anstellung des Gehilfen die erforderliche Sorgfalt habe walten lassen, gar nicht leicht nehmen. Insbesondere macht es die Regelung des Bürgerlichen Gesetzbuchs zu einem sehr gefährlichen Unternehmen, vorbestrafte Leute einzustellen — ein äußerst bedauerlicher Kontrast gegen die von allen Seiten unterstützten Bestrebungen der Vereine zur Fürsorge für entlassene Strafgefangene!

Noch einige andre, speziellere aber praktisch darum doch sehr wichtige und einschneidende Haftpflichtfälle hat das Bürgerliche Gesetzbuch statuiert, so in § 832 dahin, daß, wer kraft Gesetzes oder Vertrags zur Führung der Aufsicht über eine Person verpflichtet ist, die wegen Minderjährigkeit oder wegen ihres geistigen oder körperlichen Zustands der Beaufsichtigung bedarf, zum Ersatz des von der zu beaufsichtigenden Person einem Dritten widerrechtlich zugefügten Schadens — wohlgedenkt: aus eigener Tasche! — verpflichtet sei. Der Vater, Vormund, Lehrmeister, Erzieher, Krankenwärter u. f. w. kann sich aber von seiner Haftpflicht befreien durch den von ihm zu erbringenden Nachweis, daß er seiner Aufsichtspflicht genügt habe oder daß der Schaden trotz genügender Aufsicht eingetreten wäre. Zu beachten ist auch hier die Umkehrung und damit Erleichterung der Beweislast: nicht der den Anspruch Erhebende muß die Verschuldung des in Anspruch Genommenen beweisen, sondern diese Verschuldung wird infolange präsumiert, als nicht der in Anspruch Genommene seine Schuldlosigkeit beweist! Der am aller tiefsten einschneidende und am meisten angefochtene Haftpflichtfall des Bürgerlichen Gesetzbuchs ist der sogenannte „Tierschaden“ des § 833: Wird durch ein Tier ein Mensch getötet oder der Körper oder die Gesundheit eines Menschen verletzt oder eine Sache beschädigt, so ist derjenige, welcher das Tier hält, verpflichtet, dem Verletzten den daraus entstehenden Schaden zu ersetzen. Die Schadenersatzpflicht tritt also ein ohne irgendein, auch das allerleichteste Verschulden; die Tatsache allein, daß der Bauer eine Kuh, der Fuhrmann ein Pferd, das alte Fräulein eine Katze oder einen Kanarienvogel besitzt, genügt, den Besitzer gegebenenfalls um Hab und Gut zu bringen, wenn das Tier Schaden anrichtet! Wegen dieser fast ungeheuerlichen Folgen schweben denn auch zurzeit Verhandlungen über Einschränkung der Tierschadenhaftpflicht bei den gesetzgebenden Faktoren des Deutschen Reichs. Im übrigen hat die Anwendung und Auslegung dieses verunglückten Paragraphen zu einer so umfangreichen und ins Detail gehenden Literatur und Judikatur geführt, daß, weil einige allgemeine Schlagsätze mehr Schaden als Nutzen stiften, von einem näheren Eingehen besser ganz abgesehen wird und dem Leser nur der dringende Rat gegeben werden kann, gegen Tierschaden jedenfalls Haftpflichtversicherung zu nehmen; die §§ 843—845 und 847 B.G.B. geben ein scharfes Bild von dem Risiko, welchem ein Tierbesitzer gemäß § 833 ausgesetzt ist.

Harmloser für den Techniker ist die Haftpflicht des Jagdberechtigten für Wildschaden, die in § 835 B.G.B. des Näheren geregelt ist; dagegen wieder viel wichtiger die Haftung des gegenwärtigen und des früheren Grundbesitzers im Falle des § 836, wenn nämlich durch den Einsturz eines Gebäudes oder eines andern mit einem Grundstück verbundenen Werks (z. B. einer Mauer, eines Leitungsmaßes oder ähnliches) oder durch die Ablösung von Teilen des Gebäudes oder des Werks ein Mensch getötet oder verletzt oder eine Sache beschädigt wird. Auch hier muß der gegenwärtige Besitzer zahlen, wenn der Einsturz u. f. w. die Folge fehlerhafter Errichtung oder mangelhafter Unterhaltung ist, und kann sich der Ersatzpflicht nur durch den von ihm zu erbringenden Nachweis — auch hier die schon oben erwähnte Umkehrung der Beweislast! — entziehen, daß er zum Zweck der Abwendung der Gefahr die im Verkehr erforderliche Sorgfalt beobachtet hat. Ein früherer Besitzer haftet — eventuell solidarisch neben dem jetzigen Besitzer — für den Schaden, wenn der Einsturz u. f. w. innerhalb eines Jahres

nach der Beendigung seines Besitzes eintritt, und kann sich auch nur in gleicher Weise, wie für den gegenwärtigen Besitzer oben ausgeführt, exkulpiert. Dieselbe Haftung wie aus § 836 den gegenwärtigen und eventuell früheren Besitzer trifft nach § 837 B.G.B. denjenigen, der auf einem fremden Grundstück ein Gebäude oder andres Werk besitzt, und unter Umständen den Nutzungsberechtigten gemäß § 838.

Ein Haftpflichtfall ist auch darin gegeben, daß in einer Reihe von deutschen Bundesstaaten, übrigens in einer unter sich abweichenden Regelung der Detailbestimmungen, an Stelle des feine Amtspflicht verletzenden Beamten dem Geschädigten gegenüber der Staat bzw. die Gemeinde und andre Kommunalverbände die Schadenerfatzpflicht übernehmen.

Allgemein wichtig ist noch besonders hervorzuheben die Vorschrift des § 254 in Verbindung mit § 846 B.G.B., die dahin geht, daß, wenn bei der Entziehung des Schadens ein Verschulden des Beschädigten mitwirkte, die Verpflichtung zum Erfatz überhaupt sowie der Umfang des zu leistenden Ersatzes insbesondere davon abhängt, inwieweit der Schaden von dem einen oder dem andern Teil verursacht worden ist. Wenn also der Haftpflichtige den Nachweis erbringt, daß der Verletzte seinerseits die im Verkehr erforderliche Sorgfalt außer acht gelassen habe, so hat das Gericht die Befugnis, den Schadenerfatzanspruch des Verletzten nur zu einem Halben oder einem Drittel — je nach Umfang und Schwere der Fahrlässigkeit des Verletzten — für begründet zu erklären und den Haftpflichtigen demgemäß nur zur Zahlung von einem Halben oder einem Drittel des an sich gegebenen Schadenerfatzanspruchs zu verurteilen. Ist die Fahrlässigkeit des Verletzten allein ausschlaggebend gewesen für den eingetretenen Erfolg, so hat das Gericht den Verletzten ganz abzuweisen, auch wenn an und für sich, z. B. in einem Tierchadenfall, eine Erfatzpflicht des Haftpflichtigen vorläge. Anzuführen ist jedoch, daß nach § 828 B.G.B. ein Kind unter 7 Jahren jeglicher Verschuldung unfähig und für einen von ihm gestifteten Schaden nicht verantwortlich ist. Läuft also z. B. ein solches Kind noch so grob fahrlässig in die Fahrtrichtung eines Straßenbahnwagens hinein oder reizt ein solches Kind z. B. einen Hund oder ein Pferd und wird von diesem gebissen oder geschlagen: einerlei, die Straßenbahn, der Tierhalter müssen zahlen — eine wenig befriedigende, aber vom Reichsgericht wiederholt gezogene Konsequenz!

Ganz außer acht gelassen sind in vorstehendem der § 823 B.G.B., welcher von der vorsätzlichen oder fahrlässigen Körperverletzung, Sachbeschädigung u. f. w. handelt, und die damit in Zusammenhang stehenden Bestimmungen.

Literatur: Jahrbuch des deutschen Rechts, herausgegeben von Neumann, Berlin (bisher 4 Bände); vgl. ferner die Literatur auf S. 752.

II. Reichshaftpflichtgesetz (Gesetz, betreffend die Verbindlichkeit zum Schadenerfatz für die bei dem Betriebe von Eisenbahnen, Bergwerken u. f. w. herbeigeführten Tötungen und Körperverletzungen) vom 7. Juni 1871, Reichsgesetzblatt, S. 207, abgeändert durch § 13 Abf. 2 Ziff. 3 des Reichsgesetzes, betreffend die Einführung der Zivilprozeßordnung vom 30. Januar 1877, Reichsgesetzblatt, S. 244 (Aufhebung des § 6), und Art. 42 des Einführungsgesetzes zum Bürgerlichen Gesetzbuch vom 18. August 1896, Reichsgesetzblatt, S. 604 (Abänderung der §§ 3, 5, 7 bis 9) [1]: „Wenn bei dem Betrieb einer Eisenbahn ein Mensch getötet oder körperlich verletzt wird, so haftet der Betriebsunternehmer für den dadurch entstandenen Schaden, sofern er nicht beweist, daß der Unfall durch höhere Gewalt oder durch eigenes Verschulden des Getöteten oder Verletzten verursacht ist“ (§ 1). Der Beschädigte bzw. dessen Rechtsnachfolger braucht also seinerseits nicht etwa nachzuweisen, daß den Betriebsunternehmer ein Verschulden trifft. Die Bestimmungen des Gesetzes finden Anwendung nicht nur auf die Eisenbahnen im engeren Sinne, sondern auf alle Eisenschienenstraßen, sofern sie für den öffentlichen Verkehr bestimmt sind. Gleichgültig ist, wer der Unternehmer ist und mit welcher Betriebskraft die Eisenbahn betrieben wird. Es unterliegen also Staats- wie Privatbahnen, Lokomotiv- (Dampfkraft-) wie elektrische, Drahtseil- oder Pferdebahnen u. f. w. dem Haftpflichtgesetz. Nur muß es sich immer um einen Transport mittels Eisenschienen handeln. Der Transport auf Schienen aus anderm Material als Eisen (z. B. aus Stein oder Holz) oder mit Beförderungsmitteln, die nicht auf Schienen laufen (Automobile, Fahrräder, Straßenlokomobile u. dergl.), fällt nicht unter den § 1. Eisenbahnen, die nicht dem öffentlichen Verkehr dienen, insbesondere die unterirdischen Eisenbahnen und solche Bahnen, die integrierende Bestandteile gewerblicher Anlagen (Fabriken, Bergwerke, Hütten) bilden, sind von der Anwendung des Gesetzes ausgeschlossen. Den Schutz des Gesetzes genießt jeder Mensch, der Eisenbahnfahrtaft wie der Angestellte der Bahn, der Vorübergehende oder Vorüberfahrende wie der sonst mit der Eisenbahn in Berührung Gekommene. Jedoch muß der Unfall in ursächlichem Zusammenhang mit dem Eisenbahnbetrieb und den ihm eigentümlichen Gefahren stehen. — „Wer ein Bergwerk, einen Steinbruch, eine Gräberei (Grube) oder eine Fabrik betreibt, haftet, wenn ein Bevollmächtigter oder ein Repräsentant oder eine zur Leitung oder Beaufsichtigung des Betriebes oder der Arbeiter angenommene Person durch ein Verschulden in Ausführung der Dienstverrichtungen den Tod oder die Körperverletzung eines Menschen herbeigeführt hat, für den dadurch entstandenen Schaden“ (§ 2). Bauunternehmungen fallen ebensowenig unter die Bestimmungen des Gesetzes wie Handwerksbetriebe. Zur Begründung des Anspruchs muß der Beschädigte im Gegensatz zu den Fällen des § 1 außer der Tatsache der Beschädigung vor allem das Verschulden einer der in § 2 bezeichneten Personen nachweisen (ein Nachweis, der nicht selten schwer zu erbringen sein wird). In diesem Fall haftet der Betriebsunternehmer auch dann, wenn ihn selbst keine Schuld trifft. Voraussetzung der Haftpflicht ist sodann, daß die Beschädigung mit der eigentümlichen Gefährlichkeit des Betriebs in einem ursächlichen Zusammenhang steht; es genügt also nicht die bloße Beschädigung bei Gelegenheit des Betriebs. Auf eigenes Verschulden des Unternehmers einer Fabrik u. f. w. bezieht sich die Bestimmung des § 2 nicht. Ein Schadenerfatzanspruch auf Grund des eigenen Verschuldens des Unternehmers, also nicht auf Grund desjenigen der

in § 2 bezeichneten Personen könnte nicht auf § 2 des Reichshaftpflichtgesetzes, sondern nur auf sonstige entsprechende Bestimmungen (Bürgerliches Gesetzbuch, Gewerbeordnung u. f. w.) gestützt werden. — Nach § 9 des Gesetzes bleiben die reichsgesetzlichen Vorschriften, nach denen außer den im Reichshaftpflichtgesetz vorgesehenen Fällen der Unternehmer einer in den §§ 1 und 2 bezeichneten Anlage oder eine andre Person, insbesondere wegen eines eignen Verschuldens, für den bei dem Betrieb der Anlage durch Tötung oder Körperverletzung eines Menschen entstandenen Schaden haftet, unberührt. — Der Schadenersatz (§§ 1 und 2) ist nach näherer Bestimmung der §§ 3, 3a, 4 und 7 zu gewähren: Im Fall der Körperverletzung ist Ersatz der Heilungskosten und des durch die verursachte Beeinträchtigung der Erwerbsfähigkeit oder Vermehrung der Bedürfnisse erlittenen Vermögensnachteils zu gewähren; im Fall der Tötung ist außerdem Ersatz der Beerdigungskosten und Entschädigung an die auf Grund gesetzlicher Verpflichtung unterhaltenen Personen zu leisten. — Die Anwendung der Haftpflichtbestimmungen kann von den Unternehmern nicht zu ihrem Vorteil durch Verträge (mittels Reglements oder durch besondere Uebereinkunft) im voraus ausgeschlossen oder beschränkt werden. Entgegenstehende Vertragsbestimmungen haben keine rechtliche Wirkung (§ 5). — Die Forderungen auf Schadenersatz verjähren in zwei Jahren von dem Unfall an (§ 8). — Die Haftpflicht der Unternehmer gegenüber ihren Arbeitern und Betriebsbeamten, wie sie nach dem Reichshaftpflichtgesetz bestehen würde, ist durch die Unfallversicherungsgesetze sehr wesentlich eingeschränkt worden. Näheres s. unter V. Nichtsdestoweniger ist, zumal bei der stetigen Zunahme des Bahnverkehrs, die Bedeutung des Reichshaftpflichtgesetzes, das vor allem auf die Betriebsunfälle des reisenden Publikums und der nicht der Unfallversicherung unterliegenden, Fabriken oder Bergwerke betretenden Personen nach wie vor volle Anwendung findet, auch jetzt noch eine sehr große.

III. Besondere landesgesetzliche Bestimmungen. Der § 1 des Reichshaftpflichtgesetzes bezieht sich nicht auf den Ersatz eines bei dem Eisenbahnbetrieb entstandenen Sachschadens. Auch nach den Bestimmungen des Bürgerlichen Gesetzbuchs haftet der Eisenbahnunternehmer für den bei dem Betrieb entstandenen Sachschaden abgesehen von vertragsmäßiger Haftung nur bei nachgewiesenem Verschulden. Dabei hat er zwar auch für die widerrechtliche Schadenszufügung durch seine Angestellten einzustehen, er kann aber diese Haftung durch den Beweis, daß er bei der Auswahl oder Ueberwachung der Angestellten die erforderliche Sorgfalt beobachtet habe, abwenden (§§ 823, 831 des Bürgerlichen Gesetzbuchs). Art. 105 des Einführungsgesetzes zum Bürgerlichen Gesetzbuch läßt nun die landesgesetzlichen Vorschriften unberührt, nach welchen der Unternehmer eines Eisenbahnbetriebs oder eines andern mit gemeiner Gefahr verbundenen Betriebs für den aus dem Betrieb entstehenden Schaden in weiterem Umfang als nach den Vorschriften des Bürgerlichen Gesetzbuchs verantwortlich ist, läßt also eine Verschärfung der reichsgesetzlichen Haftung durch das Landesrecht zu. Von dieser Befugnis hat ein großer Teil der deutschen Staaten, wie Preußen, Bayern, Württemberg, Hessen, die thüringischen Staaten, Lübeck und Braunschweig, Gebrauch gemacht, davon ausgehend, daß das Bürgerliche Gesetzbuch gegen Sachbeschädigungen durch den Eisenbahnbetrieb einen ausreichenden Schutz nicht gewährt, die Zunahme des Eisenbahn- und Straßenverkehrs aber das Bedürfnis nach einem größeren gesetzlichen Schutz zu einem dringenden macht. Die Mehrzahl der hiernach ergangenen Landesgesetze schließt sich an das Reichshaftpflichtgesetz an und macht den Eisenbahnunternehmer für den bei dem Betrieb der Eisenbahn entstehenden Sachschaden haftbar, sofern er nicht höhere Gewalt oder eignes Verschulden des Beschädigten nachweisen kann. Im einzelnen zeigen die Landesgesetze verschiedene Abweichungen voneinander.

IV. Haftpflicht der Automobilfahrer. Auf Automobile, soweit sie nicht an ein Eisenbahngleis gebunden sind, finden, wie oben ausgeführt, die Bestimmungen des Reichshaftpflichtgesetzes keine Anwendung. Für sie gelten — zumal auch landesrechtliche, auf Grund des Art. 105 des Einführungsgesetzes zum Bürgerlichen Gesetzbuch erlassene Bestimmungen bisher fehlen — die allgemeinen durch das Bürgerliche Gesetzbuch aufgestellten Grundsätze. Die bedeutende Zunahme des Automobilverkehrs und die damit Hand in Hand gehende Vermehrung der durch Automobile verursachten Unfälle lassen eine besondere Regelung um so mehr als notwendig erscheinen, als der Nachweis eines Verschuldens bei den durch Automobile verursachten Schäden häufig mit besonderen Schwierigkeiten verbunden ist (Raschheit, mit der sich die Vorgänge abspielen, Mangel an Zeugen u. f. w.) und folches in der Regel nur den Lenker des Fahrzeugs trifft, dessen Haftung für den Verletzten meist praktisch ohne Nutzen ist. Ein dem Reichstag neuerdings zugegangener Entwurf eines Gesetzes über die Haftpflicht für den bei dem Betriebe von Kraftfahrzeugen entstehenden Schaden, der die Haftpflicht der Automobil- (Kraftwagen- oder Kraftfahrräder-) Besitzer im Anschluß an die Bestimmungen des Reichshaftpflichtgesetzes über die Haftung beim Eisenbahnbetrieb regeln, übrigens auch die Haftung für Sachschaden umfassen will, soll hier Wandel schaffen.

V. Haftpflicht und Unfallversicherung [2]. Die Haftpflicht der Unternehmer gegenüber ihren Arbeitern und Betriebsbeamten, wie sie nach dem Reichshaftpflichtgesetz oder sonstigen gesetzlichen Vorschriften bestehen würde, ist durch die Unfallversicherungsgesetzgebung wesentlich eingeschränkt worden. An die Stelle der Einzelhaftung der Unternehmer ist die Entschädigungspflicht der Gesamtheit der in den Berufsgenossenschaften vereinigten Unternehmerchaft (Berufsgenossen) getreten (f. Unfallversicherung, Berufsgenossenschaften). Nur ausnahmsweise besteht noch eine Haftpflicht des einzelnen Unternehmers. Die bezüglichen Bestimmungen sind enthalten in den §§ 135 ff. des Gewerbeunfallversicherungsgesetzes (Reichsgesetzblatt 1900, S. 585), §§ 146 ff. des Unfallversicherungsgesetzes für Land- und Forstwirtschaft (ebendasselbst S. 641), § 45 ff. des Bauunfallversicherungsgesetzes (ebendasselbst S. 698) und §§ 133 ff. des Seeunfallversicherungsgesetzes (ebendasselbst S. 716) und sind im wesentlichen übereinstimmend.

1. Haftung des Unternehmers und seiner Beamten gegenüber dem Unfallverletzten und seinen Hinterbliebenen. Die nach Maßgabe der Unfallversicherungsgesetze versicherten Personen und ihre Hinterbliebenen können, auch wenn sie einen Anspruch auf Rente nicht haben, einen Anspruch auf Ersatz des infolge eines Unfalls erlittenen Schadens gegen den Betriebsunternehmer und seine Beamten nur dann geltend machen, wenn durch strafgerichtliches Urteil festgestellt worden ist, daß der in Anspruch Genommene den Unfall vorsätzlich herbeigeführt hat. In diesem Falle beschränkt sich der Anspruch auf den Betrag, um welchen die den Berechtigten nach anderen gesetzlichen Vorschriften gebührende Entschädigung diejenige übersteigt, auf welche sie nach den Unfallversicherungsgesetzen Anspruch haben. Eine strafgerichtliche Feststellung ist nicht erforderlich, wenn dieselbe wegen des Todes oder der Abwesenheit des Betroffenen oder aus einem andern in seiner Person liegenden Grunde nicht erfolgen kann.

2. Haftung des Unternehmers und seiner Beamten gegenüber den Berufsgenossenschaften, Krankenkassen und sonstigen Unterstützungskassen, Gemeinden, Armenverbänden. Diejenigen Betriebsunternehmer und ihre Beamten, gegen welche durch strafgerichtliches Urteil festgestellt worden ist, daß sie den Unfall vorsätzlich oder durch Fahrlässigkeit mit Außerachtlassung derjenigen Aufmerksamkeit, zu der sie vermöge ihres Amtes, Berufes oder Gewerbes besonders verpflichtet sind, herbeigeführt haben, haften für alle Aufwendungen, welche infolge des Unfalles auf Grund der Unfallversicherungsgesetze oder des Krankenversicherungsgesetzes von den Gemeinden, Armenverbänden, Krankenkassen und sonstigen Unterstützungskassen gemacht worden sind. Als Ersatz für die Rente kann in diesen Fällen deren Kapitalwert gefordert werden. Die Feststellung durch strafgerichtliches Urteil ist nicht erforderlich, wenn die Feststellung wegen des Todes oder der Abwesenheit des Betroffenen oder aus einem andern in seiner Person liegenden Grunde nicht erfolgen kann, und sodann den Berufsgenossenschaften (nicht aber den Gemeinden, Armenverbänden, Kranken- und Unterstützungskassen) gegenüber. Die Genossenschaft ist übrigens befugt, von der Verfolgung ihres Anspruches abzulehnen, wenn der Unfall durch Fahrlässigkeit herbeigeführt ist. Die Rückgriffsansprüche verjähren in 18 Monaten von dem Tage, an welchem das strafgerichtliche Urteil rechtskräftig geworden ist, im übrigen in zwei Jahren nach dem Unfälle.

3. Haftung Dritter. Die Haftung Dritter, d. h. anderer Personen als der Betriebsunternehmer und ihrer Beamten (z. B. der Mitarbeiter des Verletzten, der Besucher einer Fabrik, der Angehörigen des Unternehmers u. f. w.) bestimmt sich nach den allgemeinen gesetzlichen Vorschriften, und zwar sowohl gegenüber den Unfallverletzten und ihren Hinterbliebenen wie gegenüber den Berufsgenossenschaften. Insofern aber den nach den Unfallversicherungsgesetzen entschädigungsberechtigten Personen ein gesetzlicher Anspruch auf Ersatz des ihnen durch den Unfall entstandenen Schadens gegen Dritte erwachsen ist, geht dieser Anspruch auf die Berufsgenossenschaft im Umfang ihrer durch die Unfallversicherungsgesetze begründeten Entschädigungspflicht über.

VI. Haftpflichtversicherung der Berufsgenossenschaften. Nach § 23 des Gesetzes betreffend die Abänderung der Unfallversicherungsgesetze vom 30. Juni 1900, Reichsgesetzblatt S. 573, sind die Berufsgenossenschaften berechtigt, mit Genehmigung des Bundesrats Einrichtungen zur Versicherung der Betriebsunternehmer und der ihnen in bezug auf Haftpflicht gleichgestellten Personen gegen Haftpflicht zu treffen. Die Teilnahme an diesen Einrichtungen ist freiwillig. Die Versicherung kann sich nicht nur auf die aus den Unfallversicherungsgesetzen sich ergebende Rückgriffspflicht, sondern auch auf jede andre Art Haftpflicht, die nach Maßgabe der Gesetze in Frage kommt, also z. B. auch die Haftpflicht für Tiere erstrecken. Soweit es sich übrigens um Haftpflichtansprüche aus der reichsgesetzlichen Unfallversicherung handelt, darf bei der Einrichtung nicht mehr als zwei Drittel durch Versicherung gedeckt werden; das letzte Drittel bleibt zu Lasten des Unternehmers. Dieser Bestimmung lag die Erwägung zugrunde, daß dann, wenn eine Deckung des vollen Risikos durch Versicherung bei der Berufsgenossenschaft zugelassen würde, damit ein sehr wesentlicher Antrieb für die Unternehmer, Unfälle zu vermeiden, verloren ginge. Die Statuten für die Haftpflichtversicherungseinrichtung und deren Abänderung bedürfen der Genehmigung des Bundesrats. Die Berufsgenossenschaften unterliegen auch in bezug auf diese Einrichtung der Aufsicht des Reichsversicherungsamts.

Literatur: [1] Eger, Das Reichshaftpflichtgesetz, Kommentar, 6. Auflage, Hannover 1906, mit eingehender weiterer Literaturangabe, auch solcher über das außerdeutsche Haftpflichtrecht (auch bei der vorstehenden Abhandlung wurde, soweit Auslegung des Reichsgesetzes in Betracht kam, sich an Eger angeschlossen); Derf., Das Reichshaftpflichtgesetz, Textausgabe mit Anmerkungen, Berlin 1903; Laß und Maier, Haftpflichtrecht und Reichsversicherungsgesetzgebung, 2. Aufl., München 1902, S. 98 ff. — [2] Dief., a. a. O., S. 137 ff.; Dammer, Handbuch der Arbeiterwohlfaht, Bd. 2, Stuttgart 1903, S. 226 ff.; Laß und Klehmet, Grundriß der deutschen Arbeiterversicherung (Sonderabdruck aus Dammer), Stuttgart 1903, S. 70 ff.; die Kommentare zu den Unfallversicherungsgesetzen. Köhler.

Hagel, gefrorene Kondensationsprodukte des in der Atmosphäre enthaltenen Wasserdampfes in Form von kugel- oder eiförmig oder unregelmäßig gestalteten, stets milchig trüben, nie vollkommen durchsichtigen Eisstücken von verschiedener, zwischen der Abmessung einer Erbse und einer Apfelsine schwankender Größe.

Häufig schließen sie ein Graupelkorn als trüben Kern ein, der von mehr oder weniger konzentrischen, von Luftblasen durchsetzten Eisschichten verschieden starker Durchsichtigkeit eingeschlossen erscheint. Im Gegensatz zu den Graupeln ist der Hagel eine Erscheinung der wärmeren Jahreszeit, wo er besonders häufig in Verbindung mit Gewittern auftritt. Zur Abwehr der Hagelwetter ist in vielen Gegenden das Hagelschießen oder „Wetterfchießen“

in Gebrauch, indem man aus beſonders konſtruierten Kanonen mit aufgeflecktem Trichter gegen die Hagelwolken gerichtete ſtarke Pulverſchüſſe abgibt, die ſchnell dahinaufende und weithin ſichtbare Wirbelringe hervorrufen und die Wirkung einer Verteilung des Hagelgewölkes haben ſollen. Ein Erfolg dieſes Hagelſchießens muß aber in Abrede gefeßt werden.

Literatur: Vgl. Bericht über die internationale Expertenkonferenz für Wetterſchießen in Graz, in Jahrbuch der k. k. Zentralanſtalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, Jahrg. 1902, Bd. 39, Anhang.

Hagluvit, f. v. w. Magnefit (f. d.).

Hahn, f. Hähne.

Hahnausreiber, Vorrichtung, um eingefchwemmte Fremdkörper und eingetreffene Poren in Hähnen durch Ausſchleifen zu beſeitigen und dadurch das dichte Abſchließen des Hahnes nach längerem Gebrauche von neuem zu bewirken.

An einem Handgriff iſt ein Rohrſtück befeſtigt, deſſen unterer Teil durch Schlitz federnd eingerichtet iſt. Der Ausreiber, der aus Schmirgel oder Sandſtein hergeſtellt iſt, wird in dieſen Teil hineingeſteckt und in ſeiner Lage feſtgeklemmt.

Hahnenbalken (Hainbalken, in Oeſterreich Spitz- oder Katzenbalken), dem Firſt zunächſt liegende Balken. Sie kämmen ſich auf den oberſten Stuhlrahmen und verzapfen ſich mit den Sparren; ſ. Dachstuhl, Bd. 2, S. 514.

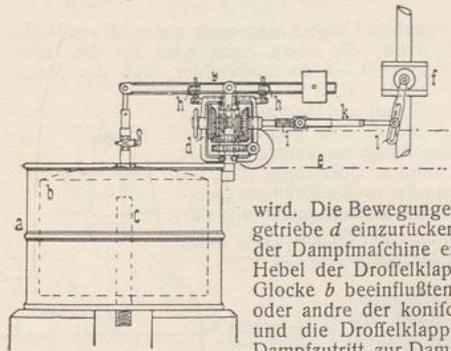
Hahnenkammer (Schieberkammer, Regulierſchacht u. ſ. w.), Ort, von welchem aus die Regulierung des Waſſerzuflusses für verſchiedene Teile eines zu verſorgenden Objektes erfolgt.

In der Regel ſind es kellerartige Räume (Einſteigeſchachte, f. d.) unter den Straßen, in welchen die Stellhähnen (Schieber u. ſ. w.) untergebracht werden, wenn es ſich um die Waſſerregulierung in Rohrnetzen (f. d.) handelt; bei Zierbrunnen (f. d.) iſt die Anordnung der Hahnenkammer häufig ſeitlich und derart, daß man von derſelben aus die Wirkung der Hahnenſtellung auf die verſchiedenen Strahlen beobachten kann. Jede derartige Kammer muß für ſich entwäſſert werden können, leicht zugänglich und im lichten Raum ſowie in den Zugängen ſo bemeffen ſein, daß man überall die Einzelteile leicht einbringen und auswechſeln, eventuell reparieren kann.

Hahnepot, ein Spann, aus mehreren Tauenden beſtehend, die nach oben in einen Punkt zuſammenlaufen.

Hahnkappen (Straßenkappen), gußeiferne Käſtchen in viereckiger, ſechs-eckiger, runder oder ovaler Form mit Deckel zum Abnehmen oder in Scharnier (ſ. Gartenhydranten, Einbaugarnituren, Hydranten), dienen zur Umhüllung der im Boden ſitzenden Waſſerleitungsausläufe (Hydranten).

Hahnſcher Regler, dient dazu, die Umdrehungszahl der Betriebsdampfmaſchine des Gasfaugers und damit den Gang des letzteren, der ſtets wechſelnden Menge der Gaſerzeugung entſprechend, ſelbſtätig zu regeln, um die Druckſchwankungen im Saugrohr auszugleichen (vgl. Gaſfauger).



Der Regler beſteht aus einem gußeisernen Gefäße *a*, welches mit Waſſer gefüllt iſt, in dem eine Glocke *b* ſchwimmt, unter der ein vom Saugrohr des Gaſfaugers abzweigendes Rohr *c* mündet, ſo daß unter der Glocke ſtets derſelbe Druck herrſcht wie im Saugrohr. Die Höhe des in letzterem gewünſchten Druckes wird eingeſtellt durch Verſchiebung des Belaſtungsgewichtes des Hebels *g*, wodurch die Schwimmerglocke mehr oder weniger belaſtet wird. Die Bewegungen der Glocke werden dazu benutzt, ein Wendegetriebe *d* einzurücken, das ſeine Bewegung durch den Riemen *e* von der Dampfmaſchine erhält und welches durch eine Spindel *i* auf den Hebel der Droffelflappe *f* wirkt. Je nach der durch den Stand der Glocke *b* beeinflussten jeweiligen Lage des Hebels *g* wird das eine oder andre der koniſchen Rädchen des Wendegetriebes eingechaltet und die Droffelflappe mehr geſchloſſen oder geöffnet. Dieſe den Dampfzutritt zur Dampfmaſchine regelnde Droffelflappe hat die Form einer beiderſeits abgeflachten Kugel und iſt gezahnt, damit bei einer geringen Drehung derſelben der freie Querschnitt des Dampfzutrittes nur allmählich vergrößert oder verkleinert wird.

Bei der neueren Bauart dieſes Reglers erfolgt die Regulierung durch einen Schwungkugelregulator, deſſen Geſchwindigkeit durch Verſchiebung eines Friktionsrades verändert wird. An Stelle auf ein Wendegetriebe wirkt die vom Druck in der Saugleitung betätigte Schwimmerglocke mittels Hebels auf das Antriebsrad und verſchiebt dieſes auf der Friktionsſcheibe, ſo daß ſich die Umdrehungsgewwindigkeit der Dampfmaſchine der Gaſmenge jederzeit anpaßt.

Literatur: Schilling, E., Supplement zum Handbuch für Steinkohlengasbeleuchtung, München 1892; Journal für Gasbeleuchtung und Waſſerverforgung, Jahrg. 1876, S. 198, 463, 468, 536, 585; 1878, S. 89; 1887, S. 156; Ueberſicht über neuere Apparate für das Gaſfach, herausgegeben von der Berlin-Anhaltiſchen Maſchinenbau-Aktiengeſellſchaft.

Schaar.

Hahnsteuerung, f. Steuerung.

Haiderauch, f. Höhenrauch.

Haimzeichen (Haimstock, Sicherheitszeichen), ein natürlicher bzw. künstlicher Fixpunkt in der Nähe eines Triebwerks oder einer Stauanlage, auf welchen die behördlich erlaubte oder vorgeschriebene Höhe des gestauten Wasserpiegels bzw. die diesbezügliche Marke (das Eichzeichen) behufs möglicher Kontrolle und richtiger Erhaltung durch Nivellement bezogen wird. Hiermit nicht zu verwechseln das Staumaß oder der Merkpfahl. Die Art der Herstellung des Haimstockes ist in der Regel behördlich (in Oesterreich durch die Ministerialverordnung vom 20. September 1872) vorgeschrieben.

Hainbalken, f. Hahnenbalken.

Hainbuche, f. Nutzhölzer.

Haï-Thao, f. Appretmittel, Bd. 1, S. 253.

Haken, 1. scharf oder rund abgebogenes leichtes Eisen, das im Bauwesen mannigfache Verwendung findet: als Tür-, Laden- oder Fensterhaken dient er in Verbindung mit einer Oese oder einem Ring zum Anlegen dieser Teile, um sie in geöffnetem oder geschlossenem Zustand gegen willkürliche Bewegungen oder Losreißen durch Wind zu schützen; 2. am Dachziegel f. v. w. Nafe; 3. oberster Ziegel bei Holzriegeldach; vgl. a. Drahtarbeiten.

Weinbrenner.

Haken zum Anhängen von Lasten als einfache Haken (Fig. 1—3) oder Doppelhaken (Fig. 4) werden aus zähem Eisen geschmiedet.

Für den einfachen Haken, der für Lasten bis 25 t benutzt wird, seien hier folgende Formeln vorgeschlagen. Der Durchmesser der Hakenweite wird $D \text{ cm} = 0,5 \sqrt[3]{Q \text{ kg}}$. In der wagerechten Mittellinie erhält der Hakenquerschnitt das Maß $h \text{ cm} = \sqrt{0,025 Q \text{ kg}}$ und $\frac{1}{3} h$. Die

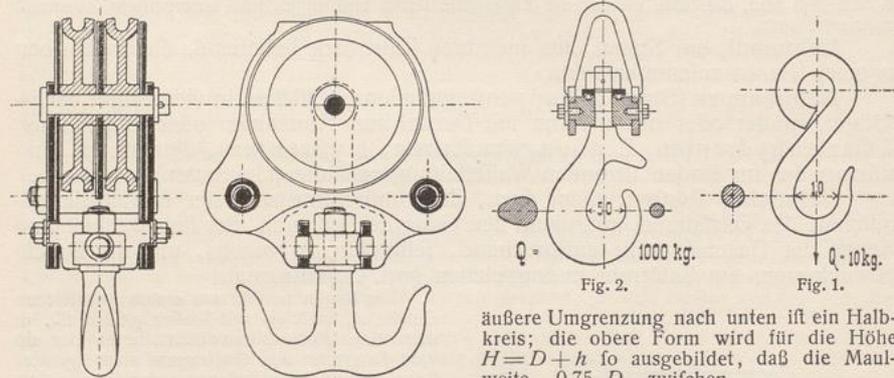


Fig. 4.

äußere Umgrenzung nach unten ist ein Halbkreis; die obere Form wird für die Höhe $H = D + h$ so ausgebildet, daß die Maulweite $0,75 D$ zwischen Schaft und Haken Spitze frei bleibt. Die größte Breite

des wagerechten Querschnittes sei $b_1 = 0,6 D$. Die Breite am äußeren Rande $b_2 = 0,33 \cdot b_1$. Haken für kleine Kräfte erhalten runden Querschnitt (Fig. 1); starke Haken trapezförmigen, jedoch abgerundeten oder auch eiförmigen Querschnitt. Den Schraubendurchmesser d_{cm} berechne man im Kernquerschnitt $\frac{1}{2} d^2$ mit $s = 400 - 800 \text{ kg/cm}$ Zugspannung (und zwar $s = 30 \sqrt{Q}$) aus $\frac{1}{2} d^2 s = Q$; die Schaftstärke d_0 wird um einige Millimeter größer als d .

Der Haken erhält in seiner Aufhängung Spielraum, auch zwischen dem Bund und der Unterlagsscheibe, so daß er leicht gedreht werden kann, während die Mutter mittels eines quer durchgehenden Splintes gesichert ist. Zur Erleichterung der Drehbarkeit wendet man Stahlkugeln unter der Mutter oder der Unterlagplatte in ringförmiger Rille an (Fig. 2). Um Biegebeanspruchungen des Hakenschaftes und des Schraubenkernes fernzuhalten, wenn sich die Traverse schief zur Hakenrichtung zieht, außerdem auch in Rücksicht auf die Bauhöhe, hat man die Hakenhöhe H möglichst kurz zu halten. Die Unterlagsscheibe wird öfter flachkugelförmig in die Traverse eingelegt, oder die Oberseite und Unterseite der Unterlagsscheibe flach zylindrisch nach zwei zueinander senkrechten Richtungen abgeflacht;

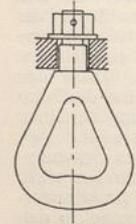


Fig. 5.

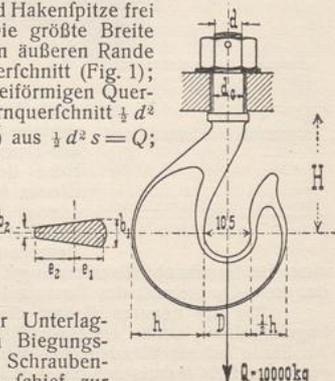


Fig. 3.

immer mit genügendem Spielraum des Hakenchaftes. Fig. 2 zeigt einen Abweiser, der verhindert, daß sich der Haken beim Aufgehen an Eifengerüsten, Schiffsluken, Maueröffnungen u. dergl. verfängt. Für die Berechnung der Spannungen in dem exzentrisch belasteten Hauptquerschnitt f des Hakens hat man angenommen, daß sich die Zugspannung Q/f mit den Biegungsspannungen innen addiert, außen subtrahiert, und der Berechnung der Trapezform die Bedingung zugrunde gelegt, daß die beiden äußersten Spannungen für Zug und Druck einander gleich werden sollten, was übrigens nicht gerade nötig ist. Eine genauere Berechnung hat v. Bach angegeben, indem er die Krümmung der Mittellinie des Hakens und die damit verbundene Ungleichmäßigkeit der Längstreckung der inneren und äußeren Fasern berücksichtigt. Danach erhält man die Zugspannung der inneren Fasern größer, die Druckspannung kleiner als nach der einfacheren Berechnungsweise, und zwar:

$$s = Q/f + M[1 + \eta/(r + \eta) \ast] / f r.$$

Hierin ist das Biegemoment $M = -Q(\frac{1}{3}D + e_1)$; ferner ist r der Krümmungsradius der Schwerpunktlinie des Hakens. Setzt man, der Hakenform nahe entsprechend, den Krümmungsradius gleich dem Hebelarm des Biegemomentes, also $M = -Qr$, so vereinfacht sich die Formel zu

$$s = -Q \eta / (r + \eta) f \ast.$$

Weiter gilt $\eta = -e_1$ für die innere Faser und $\eta = e_2$ für die äußere Faser. Den Wert von \ast hat v. Bach durch Integration für den kreisförmigen und zugleich für den elliptischen Querschnitt, mit $e = \frac{1}{2}h$, angegeben zu:

$$\ast = \frac{1}{4} \left(\frac{e}{r}\right)^2 + \frac{1}{8} \left(\frac{e}{r}\right)^4 + \frac{5}{64} \left(\frac{e}{r}\right)^6 + \dots;$$

für den Trapezquerschnitt von der Höhe h und den Seiten b_1 und b_2 zu:

$$\ast = -1 + \frac{2r}{(b_1 + b_2)h} \left\{ \left[b_2 + \frac{b_1 - b_2}{h} (r + e_2) \right] \ln \frac{r + e_2}{r - e_1} - (b_1 - b_2) \right\}.$$

Für ein Trapez von dem Verhältnis $b_1 : b_2 = 3 : 1$ berechnet sich hieraus

für $\frac{r}{h}$	9/12	10/12	11/12	12/12	13/12	15/12	20/12	24/12
\ast	0,167	0,115	0,095	0,080	0,063	0,045	0,027	0,015.

In folchem Trapez ist (nach der Lehre vom Schwerpunkt) $e_1 = 5h/12$ und $e_2 = 7h/12$, außerdem $f = \frac{2}{3}b_1h$ und darum die Zugspannung s_1 der inneren Faser und die Druckspannung s_2 der äußeren Faser:

$$s_1 = 5Q/4 \ast b_1 D; \quad s_2 = 7Q/4 \ast b_1 (D + 2h).$$

Immerhin herrscht noch einige Willkür in der Vertauschung der rechnermäßigen Trapezform und der runden Querschnittsform. Als Zugspannung sind Werte von 600—1000 und bei stoßfreier, ruhiger Belastung bis 1200 kg/qcm zulässig.

Statt des einfachen Hakens benutzt man für große Lasten, sofern die Anhängungsweise eine Teilung zuläßt, geschlossene Schlaufen (Fig. 5) oder den Doppelhaken oder Widderkopf (Fig. 4). Die Weite D sei gleich oder etwas kleiner als bei dem einfachen Haken, der Schaft an der Gabelung $d = D$, am oberen Ende etwa $0,7D$ bei 250 kg/qcm Zugspannung. Sehr empfehlenswert ist zur Vermeidung von Biegungsspannungen die Aufhängung des Hakens in Zapfen, quer zur Richtung des Rollenzapfens (Fig. 4).

Lindner.

Hakenblatt, eine Verbindung, welche bei Verlängerung von Kanthölzern zur Sicherung gegen Auseinanderziehen dient. Die Anordnung der beiden Hauptformen (des geraden und des schrägen Hakenblattes) ergibt sich aus Fig. 1 und 2. Zur Sicherung der Verbindung werden manchmal Holznägel oder Dübel angewendet; f.a. Aufblattung. — Literatur f. unter Holzverband.

Weinbrenner.

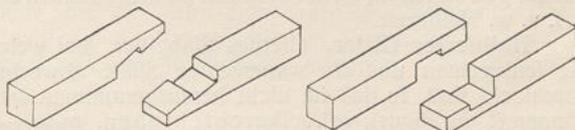


Fig. 2.

Fig. 1.

Hakenblock, f. Takelage.

Hakenbohrer, f. v. w. Hakenfähle (f. d.).

Hakenkamm, Holzverbindung bei zwei nicht in einer Ebene liegenden Hölzern, bei denen das Uebergreifen im Gegensatz zu dem schwalbenschwanzförmigen Kamm in Hakenform geschieht.

Man unterscheidet einfache und doppelte sowie gerade und schräge Hakenkämme (vgl. die nebenstehenden Fig. 1 und 2).

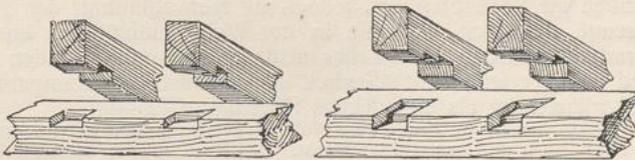


Fig. 1. Einfacher Hakenkamm.

Fig. 2. Doppelter Hakenkamm.

Weinbrenner.

Hakenlafsch, Lafsch zur Verbindung der hölzernen Kielstücke, f. Schiffbau, (Holzschiffbau).

Hakenleitern, f. Feuerfchutz, Bd. 3, S. 785.

Hakennadel, f. Nähmaschinen.

Hakennägel, -platten, -schrauben, zur Schienenbefestigung, f. Oberbau.

Hakenschlüssel, f. Schraubenschlüssel.

Hakenföhle, werden zum Ausdrehen innerer erweiterter Flächen hohler Arbeitsstücke verwendet; f. Werkzeugföhle.

Hakensteine, Steine mit gebrochenen Lagerflächen.

Sie finden bisweilen bei Mauern mit ungleich hohen Schichten (Fig. 1), häufiger für die Abdeckung geböckter Mauern (Fig. 2) und bei Haupteinbögen (Fig. 3) Verwendung, um einen Ausgleich der verschiedenen Höhen der Schichten bezw. den Anichluß der Abdeck- und Wölbsteine an die wagerechten Schichten des Mauerwerks zu ermöglichen.



Fig. 1.

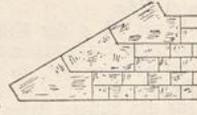


Fig. 2.

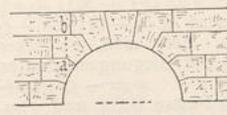
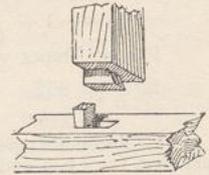


Fig. 3.

Bei belasteten Mauerbögen sind solche Hakensteine vom Standpunkte eines guten Steinschnitts zu verwerfen, weil nicht allein die Herstellung mehr Material erfordert, sondern bei geringfügiger Ungenauigkeit der Lagerflächen leicht durch die Belastung ein Abbrechen der Haken nach einer in Fig. 3 mit *a b* bezeichneten Linie hervorgerufen wird.

L. v. Willmann.

Hakenzapfen, schwalbenschwanzförmiger Zapfen zur Verbindung zweier senkrecht zueinander stehenden Hölzer (f. die Figur).



Halbellipfenträger, f. Ellipfenträger, Bd. 3, S. 436.

Halbenholz (Seitenholz), beim Oberharzer Bergbau ein zum Grubenausbau dienendes Holz, welches am Ende nicht rechtwinklig sondern schräg zur Längsrichtung geschnitten ist (vgl. a. im Art. Grubenzimmerung die Erklärung der Ausdrücke „langes Holz“ und „Ueberschnittenes“). Treptow.

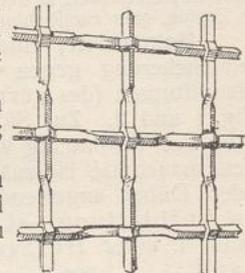
Halbgefchoß (Zwischengefchoß, Beigefchoß), niederes Gefchoß zu untergeordneten Räumen, wird meist in hohen Stockwerken neben großen Sälen zur Ausgleichung angeordnet.

Weinbrenner.

Halbgiebel, einseitiger Giebel eines Pult- oder Halbwalmdaches.

Halbhochmüllerei, ein Mittelding zwischen Flach- und Hochmüllerei, in den meisten deutschen Mühlen geübt. Vgl. Mehlfabrikation.

Halbholländer, jene bei der Papierfabrikation (f. d.) zur vorbereitenden Zerfaferung der Hadern verwendete Vorrichtung, die das sogenannte Halbzeug liefert. Kraft.



Halbholz, 1. Bauholz, das aus einmal getrenntem Stamm gewonnen ist, dient besonders zu Riegelholz u. dergl.; 2. f. v. w. Halbbrett.

Halbiertes Gitter, eisernes Stabgitter, bei welchem die senkrechten und die wagerechten Stäbe abwechselnd durchlocht sind, so daß sie nicht herausgenommen werden können (f. die Figur); vgl. a. Durchschieben. Weinbrenner.

Halbierungszirkel, f. Reißzeug.

Halbkammgarne (Sagetten- oder Sayett-, Strick-, Stick- oder Tapifferie- und Strumpfwirkgarne, fil cardé-peigné, knitting yarn, stocking yarn, hosiery yarn, mock-worsted) werden aus mittellangen Wollen meist ähnlich wie Kammgarn, mit Hinweglassung der das Spinnen sehr vertuernden Kämmmaschine, oder ähnlich wie Streichgarn, jedoch mit Hinweglassung des gekreuzten Auflegens, erzeugt. Dadurch, daß die in der Wolle enthaltenen kurzhäufigen Teile mit verarbeitet werden, erhält der alsdann gesponnene Faden eine weniger glatte und weniger feste Beschaffenheit als eigentliches Kammgarn, ist jedoch glatter und glänzender als eigentliches Streichgarn [2]—[4].

Man lockert die gewaschene Wolle im Wolf auf, fettet sie wie Streichwolle ein und kratzt sie zwei- (auch drei-)mal auf Krempeln. Das Band von der Krempel kommt zunächst auf ein Streckwerk, das aus zwei Paar Streckwalzen und einer Stachelwalze oder einem Felde gerader Nadelkämme mit Schraubenführung zusammengesetzt ist, und wird hier mehrfach gedoppelt. Dann wird das neue Band auf die Krempelbandstrecke (sliver-box) gebracht, durchläuft ferner entweder die ganze Reihe der in dem englischen Vorspinnverfahren (f. Kammgarnspinnerei) angegebenen Vorrichtungen oder doch eine ähnliche Folge von Maschinen und wird endlich auf der Water-Spinnmaschine gesponnen. Alle diese Maschinen sind für den gegenwärtigen

Zweck die nämlichen wie für gekämmte Wolle, nur die Sliver-box erhält wohl als Zugabe einen Dämpfkasten. Der Dampf soll den Glanz der Wolle erhöhen und sie so erweichen, daß durch das folgende Strecken ihre natürliche (geringe) Kräufelung sich verliert. Bei den nach Art der Streichgarne erzeugten Halbkammgarnen (kammgarnartigen Streichgarnen), wo man also zwischen den beiden Krempeln nicht kreuzt (Zweikrempel-lyftem), speist man entweder die zweite Krempel mit einzelnen, in der Breite der Krempel nebeneinander laufenden Bändern oder man bringt besondere Vorrichtungen an, die durch Querlegen von Bändern eine größere Dopplung und Ausgleichung ermöglichen und trotzdem die Fasern in der Arbeitsrichtung der Krempel laufend erhalten [1]. Halbwoollene Strick- und Strumpfwirkgarne, die unter dem Namen Merinogarn vorkommen, werden aus einem Gemenge von Wolle und Baumwolle (zusammengekrempelt und wie reine Wolle verarbeitet) erzeugt. Die Wolle pflegt darin den geringeren Anteil auszumachen. Das Zwirnen der Strickgarne wird wie das der eigentlichen Kammgarne verrichtet. Vom Fette werden dieselben durch Wäshen in heißem Seifenwasser befreit.

Literatur: [1] Zeitschr. des Ver. deutsch. Ing. 1891, S. 1379; 1892, S. 672; 1894, S. 328, 389. — [2] Leipz. Monatschr. für Textilindustr. 1892, S. 206; 1894, S. 147, 240. — [3] Dingl. Polyt. Journ. 1894, Bd. 291, S. 33. — [4] Müller, Handb. der Spinnerei, Leipzig 1892, S. 428. E. Müller-Dresden.

Halbkreuzriemen, f. Riemetrieb.

Halbkuppel, ein Gewölbe, aus der Hälfte einer Kuppel (f. d.) gebildet; namentlich zur Nischenbildung geeignet (vgl. Apfis).

Halbmetalle, nicht mehr gebräuchliche Bezeichnung für die Metalloide.

Halbparabelträger heißen Fachwerke mit einer parabolischen Gurtung, wenn die Trägerhöhe nicht, wie bei den Parabelträgern (f. d.), nach den Auflagern hin bis auf Null herabgeht (Fig. 1—6). Die zweite Gurtung ist meist gerade (Fig. 1, 2, 4—6), mitunter bezüglich einer Horizontalen fymmetrisch zur

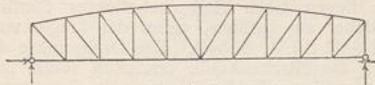


Fig. 1.

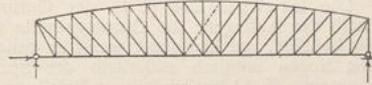


Fig. 2.

ersten (Fig. 3). Derartige Formen wurden für Brücken besonders gewählt, um im Gegensatz zu Segmentträgern und Linsenträgern (f. Bd. 3, S. 537) eine obere Querverbindung bis zu den Enden zu ermöglichen, dabei aber ein besseres Aussehen und größere Steifigkeit zu erreichen als durch Parallelträger (f. d.) von

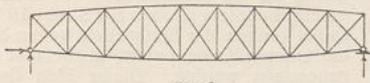


Fig. 3.

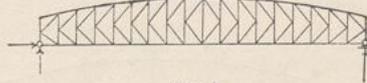


Fig. 4.

gleicher Höhe. Im Vergleiche zu ersteren kann noch eine zweckmäßigere Anordnung der Endknotenpunkte und die Vermeidung von Gegendiagonalen (f. d.), abgesehen von einigen Feldern um die Trägermitte, im Vergleiche zu letzteren ein etwas geringerer Materialverbrauch in Betracht kommen. Der ästhetische



Fig. 5.

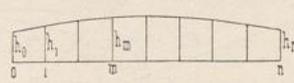


Fig. 6.

Gesichtspunkt macht sich z. B. geltend, wenn bei einer Brücke Träger verschiedener Spannweiten und Höhen aufeinander folgen (Fig. 5). Vgl. Ellipfenträger.

Die ersten Halbparabelträger wurden 1852 von Brunel bei der Eisenbahnbrücke über den Wye bei Chepstow angewandt [1] (Spannweite 92,96 m, Obergurt schwach gekrümmt), die größte Spannweite von Halbparabelträgern, 154,40 m, besitzt die Eisenbahnbrücke über den Leck bei Kulenburg [2], [3], bei der 1905 dem Verkehr übergebenen Havelbrücke bei Brandenburg [9] kam erstmals das in Fig. 4 angedeutete Fachwerkssystem für Hauptträger zur Verwendung. Wird der Halbparabelträger als Ständerfachwerk (Fachwerk mit Vertikalen, vgl. Bd. 3, S. 534) angeordnet, und bezeichnen n , h , h_0 die gewünschte Felderzahl, Trägerhöhe und Endhöhe, so hat man die Länge einer beliebigen Vertikale m (Fig. 6):

$$hm = h_0 + m(n-m) \frac{4f}{n^2},$$

worin bei geradem n $f = h - h_0$, bei ungeradem n $f = (h - h_0) \frac{n^2}{n^2 - 1}$. Nachdem die Form festgestellt ist, können die Beanspruchungen nach den für Fachwerke mit beliebigen Gurtungen gültigen Beziehungen berechnet werden (f. Balkenfachwerke, Fachwerke mehrfachen Systems,

Fachwerke, statisch bestimmte). Beispiele der Berechnung für gleichmäßig verteilte bewegte Last und bewegte Radlastzüge bei einfachem System mit und ohne Gegendiagonalen [7], B. 68, 69, bei doppeltem System mit gekreuzten Diagonalen [7], B. 109, 110.

Literatur: [1] Culmann, Der Bau eiserner Brücken in England und Amerika, Allg. Bauztg. 1852, S. 167, 185. — [2] Quant, De Sporwegbrug te Kuilenburg, Amsterdam 1867. — [3] Rziha, Eisenbahnunter- und -oberbau, II, Wien 1877, S. 5, 211, 376, 408. — [4] Winkler, Theorie der Brücken, II. Theorie der gegliederten Balkenträger, Wien 1881, S. 159. — [5] Rada, Der Bau des Trifanaviadukts (der Arbergbahn, Spannweite 119,96 m), Zentralbl. d. Bauverwalt. 1884, S. 93. — [6] Weyrauch, Theorie der statisch bestimmten Träger für Brücken und Dächer, Leipzig 1887, S. 65, 131, 265, 334. — [7] Derf., Beispiele und Aufgaben zur Berechnung der statisch bestimmten Träger u. f. w., Leipzig 1888, S. 290, 294, 395, 481, 483 u. f. w. — [8] Müller-Breslau, Die graphische Statik der Baukonstruktionen, I, Leipzig 1901, S. 309. — [9] Bernhard, Die Eisenbahnbrücke über die Havel bei Brandenburg, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1905, S. 1657. — Weitere Literatur s. unter den obenerwähnten Stichworten.

Halbparabelträger, ein Balkenträger mit einem geraden und einem nach einer Parabel gekrümmten oder polygonalen Gurte, wobei aber zum Unterschiede vom Parabel- oder Bogensehnenträger die beiden Gurtungen an den Trägerenden nicht zusammengeführt sind, sondern an Endfüßern anschließen. Diese Trägerform findet dort, wo es sich um die Ueberbrückung von Einzelöffnungen von mittleren und großen Spannweiten mit Balkenfachwerksträgern handelt, sehr häufig Anwendung. Gegenüber dem Parallelträger ist durch den Halbparabelträger sowie überhaupt durch jeden Träger mit gegen die Enden zu verminderten und gegen die Mitte vergrößerter Höhe eine Gewichtserparnis zu erzielen (s. Brücken, eiserne).

Halbparabelträger, graphische Berechnung.

Die Drehpunkte (s. d.) der Gurtungsstäbe liegen beim Halbparabelträger sämtlich innerhalb der Auflager; die Gurtungskräfte werden daher am größten, wenn der Träger vollständig belastet, am kleinsten, wenn er unbelastet ist (vgl. Bd. 3, S. 540). Die Drehpunkte der Streben liegen sämtlich außerhalb der Spannweite; die Strebenkräfte erreichen somit ihre Grenzwerte (s. d.) bei einseitiger Belastung. In den mittleren Feldern haben die Grenzwerte der Strebenkräfte entgegengesetztes Zeichen; in diesen Feldern ordnete man früher meistens Gegenstreben an.

a) Straßenbrücken. Eigengewicht und zufällige Last seien gleichförmig verteilt. Man zeichnet zunächst (Fig. 1, rechts) einen Cremonaschen Kräfteplan (s. d.) für die Eigengewichtslasten; man beginnt den Plan am linken Auflager und setzt ihn, die Streben alle als fallend annehmend, nach rechts fort bis

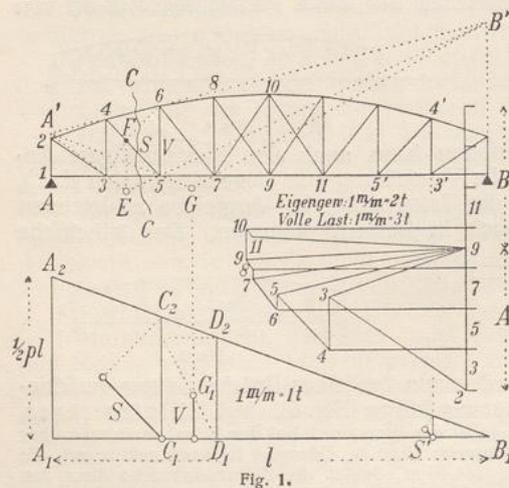


Fig. 1.

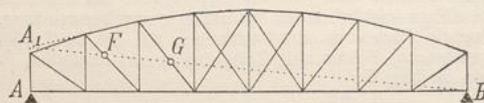


Fig. 2.

dahin, wo die Gegenstreben aufhören (in unserm Beispiele also bis zur Strebe 10 11). Dabei können der Einfachheit wegen bloß die unteren Knotenpunkte als belastet angenommen werden. Dieser Plan liefert zunächst die kleinsten und größten Gurtungskräfte. Greift man die Gurtungskräfte im Maßstab der Eigengewichtslasten (1 mm = 2 t) ab, so erhält man ihre Minimalwerte; vergrößert man den Maßstab im Verhältnis des Eigengewichts zur vollen Last $g : (g + p)$, so bekommt man die Maximalwerte der Gurtungskräfte (1 mm = 3 t).

Um die größten und kleinsten Strebenkräfte zu finden, trennt man den Einfluß des Eigengewichts von dem der zufälligen Last. Der erstere wird durch den bereits gezeichneten Cremonaschen Plan gegeben, den letzteren bestimmt man am schnellsten mittels des Herzogischen Verfahrens (s. d.).

Zur Ermittlung der größten in der Strebe 4 5 wirkenden Kraft bestimmt man zunächst deren Belastungsgrenze (s. d.). Zu diesem Zwecke denkt man sich durch das Fachwerk einen Schnitt CC gelegt, verlängert den vom Schnitte getroffenen oberen Gurtstab nach links und rechts bis zu den Auflagerlinien, verbindet A' mit 3 und B' mit 5, so gibt der Schnittpunkt B

so stellt die erstere Komponente die gefuchte Strebekraft S dar. Diese Arbeit wird für sämtliche fünf nach rechts fallenden Streben durchgeführt. Hierauf werden die gefundenen Kräfte (am besten rechnerisch) zu den entsprechenden Eigengewichtskräften des Cremonaschen Planes hinzugefügt.

Um die kleinste Kraft in der Strebe 45 zu erhalten, verbindet man F mit 3 und zerlegt die lotrecht unter $3'$ gelegene Kraft parallel zu $F4$ und $F3$ (Kraft S'). Diese Arbeit wird bloß für die Felder ohne Gegendiagonalen durchgeführt. Hierauf fügt man die gefundenen Kräfte unter Berücksichtigung des Vorzeichens zu den Eigengewichtskräften. In den Feldern mit Gegendiagonalen sind die Minimalkräfte gleich Null.

In ähnlicher Weise gelangt man zu den Pfostenkräften V . Für den dritten Pfosten z. B. wird zunächst die Belastungsgrenze G bestimmt (Fig. 1).

Dann verschiebt man die lotrecht unter 7 gelegene Kraft $D_1 D_2$ um ein Feld nach links, verbindet ihren oberen Endpunkt mit D , und lotet G herunter nach G_1 , so ist die Ordinate von G_1 die gefuchte größte Pfostenkraft. Diese Arbeit wird vom ersten bis zum Mittelpfosten durchgeführt. Dann addiert man die gefundenen Kräfte zu den Eigengewichtskräften des Cremonaschen Planes. Die kleinsten Pfostenkräfte werden gewöhnlich nicht aufgefucht, da ihre Ermittlung ziemlich umständlich ist. Die Grenzpunkte der ungünstigsten Belastungen können auch etwas rascher, nach dem durch die Fig. 2 dargestellten Verfahren gefunden werden (vgl. Bd. 3, S. 233).

b) Bahnbbrücken. Besteht die zufällige Belastung aus Einzellasten, so schlägt man in der Regel zur Berechnung der Gurtungskräfte den nämlichen Weg wie bei gleichförmig verteilter Belastung ein (s. oben); nur muß man für p denjenigen Wert einsetzen, der dem größten Biegemomente der zufälligen Lasten entspricht (Belastungsgleichwert, Lastäquivalent, f. d.). Will man darauf Rücksicht nehmen, daß p nicht für alle Punkte des Trägers gleich groß ist, so ermittelt man für jeden Knotenpunkt des Fachwerks das größte Biegemoment (vgl. Bd. 1, S. 525) und dividiert es durch den Hebelarm des betreffenden Stabes.

Den Einfluß, den die zufällige Last auf die Streben ausübt, bestimmt man nach dem Culmannschen Verfahren (f. d.) mit Zuhilfenahme der Kurve der Maximalkräfte bei fortschreitender Lastenreihe (vgl. Bd. 1, S. 524). Man kehrt die gegebene Lastenreihe um, stellt die erste Last über das Auflager B und zeichnet dazu (Fig. 3) ein Seilpolygon $A_2 B_1$. Die Polweite des Kräftepolygons wählt man gleich l . Die Strebe 45 wird nun am stärksten beansprucht, wenn die erste Last beim Knotenpunkte 5 steht. Alsdann wirkt links vom Schnitt nur der Auflagerwiderstand $A=Q$, der die verlängerte Strebe in E schneidet. Verbindet man den Schnittpunkt E mit dem Drehpunkte D und zerlegt die Kraft Q parallel zur Strebenrichtung und zu DE , so stellt die erstere Komponente die gefuchte Strebekraft S dar. Sie wird zu der Eigengewichtskraft, die der Cremonasche Plan ergibt, hinzugefügt. Fällt der Punkt D über den Blattrand hinaus, so zieht man $A4'$ parallel zu 46; dann ist $34'$ parallel zu DE . Denn von den beiden vollständigen Vierecken $ADE4$ und $A34'4$ laufen fünf Paar Seiten parallel; folglich laufen auch die sechsten Seiten DE und $34'$ parallel. Um die kleinste Strebekraft in 45 zu finden, läßt man die Lastenreihe von links her vorschreiten, bis die erste Last bei 3 steht, und verfährt in gleicher Weise. Die außerhalb des Schnittes angreifende Kraft ist jetzt gleich Q' (lotrecht unter $3'$) und liegt in der Auflagerlinie B . Man zerlegt sie parallel zu 45 und zu DE' .

Die Pfostenkräfte werden am einfachsten nach dem Momentenverfahren (f. d.) bestimmt. Um beispielsweise die größte Druckkraft V im dritten Pfosten zu erhalten, läßt man die Lastenreihe bis zum Punkte 7 vorschreiten; dann ist Q'' die außerhalb des Schnittes wirkende Kraft. Sie liegt in der Auflagerlinie A . Folglich verhält sich V zu Q'' wie $D1$ zu $D5$. Man verschiebt daher Q'' um eine Feldlänge nach links und verbindet ihren Endpunkt mit D_1 , so ist der Abschnitt über A_1 gleich der gefuchten Kraft V . Die gefundenen Kräfte fügt man schließlich zu den durch den Cremonaschen Plan bestimmten Eigengewichtskräften hinzu. Sollte D zu weit abseits liegen, so zieht man ab senkrecht zu 46, lotet b hinauf nach $6'$ und zieht $D_1 a$ senkrecht zu $66'$.

Wenn es sich bei Straßenbrücken um die Berücksichtigung von Lastwagen in Verbindung mit Menschengedränge handelt, erscheint es zweckmäßig, die statische Berechnung des Halbparabelträgers mittels Einflußlinien durchzuführen. Vgl. hierüber den Art. Einflußlinien.

Literatur: Culmann, Graph. Statik, Zürich 1866; Ritter, A., Elementare Theorie und Berechnung eiserner Dach- und Brückenkonstruktionen, Hannover 1873; Tetmajer, Außere und

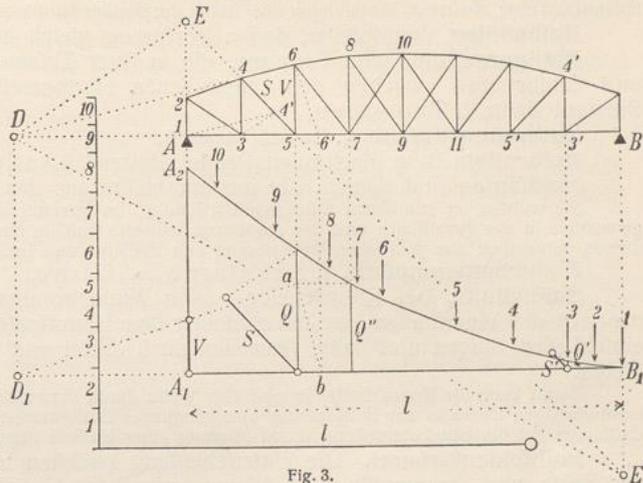


Fig. 3.

innere Kräfte, Zürich 1875; Stelzel, Theorie einfacher, flächig bestimmter Balkenträger, Wien 1880; Winkler, Theorie der Brücken, Heft 2, Wien 1881; Müller-Breslau, Die graph. Statik der Baukonstruktionen, Bd. 1, Stuttgart 1905; Schäffer und Sonne, Handbuch des Brückenbaus, Bd. 2, Leipzig 1905; Ritter, W., Anwendungen der graph. Statik, 2. Teil, Zürich 1890; Keck, Graph. Statik, Hannover 1894; Mehrtens, Vorlesungen über Statik der Baukonstruktionen, Leipzig 1903. *Mörsch.*

Halbpfeiler, Wandpfeiler, dessen Vorsprung gleich der halben Breite ist.

Halbporzellan, eine Tonware, die in ihrer Zusammenfassung der Masse und Glafur etwa zwischen dem eigentlichen Hartporzellan und dem feinen Steingut steht; f. Tonwaren.

Dämmler.

Halbrahmenlafette, f. Lafettierung.

Halbrollen, f. v. w. Flachrollen (Pendel, Stelzen); f. Auflager, Bd. 1, S. 354, 360.

Halbfäulen sind Säulen, die nur zur Hälfte aus der Wand hervortreten.

Sie wurden im römischen Stile ziemlich häufig, im griechischen nur ausnahmsweise angewendet. In der Renaissance und der modernen Bauweise sind sie unentbehrlich geworden und dienen namentlich zur plastischen Dekorierung von Fassaden und Innenräumen. *Weinbrenner.*

Halbschattenapparat, f. Zirkularpolarisation.

Halbschnitt, bei Kreuzscheiben oder Winkeltrummeln (f. Winkelinstrumente) die Visierpalten, welche zwischen den Hauptpalten, die rechte Winkel einschließen, liegen und halbe (zuweilen auch drittel und viertel) rechte Winkel bieten.

Damit kann die Kreuzscheibe in einfacher Weise durch Verwendung des gleichschenkligen rechtwinkligen Dreiecks zur Bestimmung unzugänglicher Entfernungen oder zur Kontrolle von Ordinaten bei der Stückvermessung durch Messung einer Kathete dienen. *Reinhertz.*

Halbseidenfärberei. Die Unterscheidung zwischen halbseidenen Geweben aus Seide und Baumwolle und solchen aus Seide und Wolle involviert eine abweichende Behandlung der beiden Gewebsarten beim Färben.

I. Färberei von Geweben aus Seide und Baumwolle. Während man infolge des verschiedenen Verhaltens der meisten Farbstoffe zu Seide und Baumwolle früher genötigt war, die Fasern vor dem Verweben jede für sich im Strang zu färben, ist man jetzt in der Lage, der rohen gewebten Ware eine gleichmäßige Färbung zu erteilen. Das durch Sengen, Spülen, Entbaften in Seifenlösung, Spülen und Säuern vorbereitete Gewebe wird mit den auch auf Seide ziehenden direkten Baumwollfarbstoffen nach dem Einbadverfahren gefärbt. Das Färben vollzieht sich meist auf der Halpelkufe, bei dunkeln Nuancen auch auf dem Jigger. Dem Färbebad werden auf 10 l Flotte für helle Töne 2 g calcinierte Soda und 20 g Seife, für mittlere und dunkle Töne 2 g calcinierte Soda, 12–20 g Seife und 40–50 g Kochsalz hinzugefügt. Da die meisten direkten Baumwollfarbstoffe unterhalb des Kochpunktes aufziehen, so genügt es in den meisten Fällen, während einer halben Stunde bei 80–90° C. zu färben und nach Abperrung des Dampfes die Ware im erkaltenden Bade noch eine weitere halbe Stunde umzuziehen. Dem Färben mit diesen Farbstoffen folgt in der Regel die Operation des Ueberfetzens der Färbung mit basischen und sauren Farbstoffen. Die basischen Farbstoffe färben sowohl Seide als Baumwolle, die sauren meist nur die Seide. Das Ueberfetzen wird zweckmäßig in einem mit 5% Essigsäure beschickten Bade bei 40° C ausgeführt. Einige direkte Baumwollfarbstoffe lassen sich auf der Faser diazotieren und zu neuen Farben entwickeln. Dieses Verfahren, das genau wie auf Baumwolle gehandhabt wird (vgl. Entwicklungsfarben), ist auch in der Halbseidenfärberei einer allgemeineren Anwendung fähig. Indem man die Tatsache berücksichtigt, daß einige direkte Baumwollfarbstoffe nur die Baumwolle färben und die Seide fast farblos lassen, kann man zweifarbige Färbungen, sogenannte Changeanteffekte auf Halbseide in der Weise erzielen, daß man dieselbe erst mit dem betreffenden Azofarbstoffe färbt und dann mit Säurefarbstoffen unter Zusatz von 3% Schwefelsäure oder 5% Essigsäure nachfärbt. Bedient man sich nicht der direkten Baumwollfarbstoffe, so stehen für Seide saure und basische Farbstoffe, für Baumwolle vorwiegend nur letztere zu Gebote. Das Färben wird daher im allgemeinen in zwei Bädern vorgenommen. Im ersten Bade wird die Seide etwas tiefer angefärbt, als die gewünschte Nuance erheischt, während die Baumwolle nur schwach angefärbt erscheint. Nach dem Färben der Seide wird die Baumwolle durch mehrstündiges Einlegen der Ware in ein kaltes Bad von 10% Tannin mit Gerbsäure gebeizt und letztere nach dem Trocknen und Passieren der Stücke durch Wasser durch halbstündiges Verweilen in einem kalten Brechweinsteinbade fixiert. Die gebeizte Baumwolle färbt sich nun in einem kalten, mit der Lösung eines basischen Farbstoffes versetzten Bade an. Auch nach diesem Verfahren lassen sich zweitönige Färbungen erreichen.

II. Färberei von Geweben aus Seide und Wolle. Man wählt zum Färben dieser Warengattung für einfarbige Töne solche Farbstoffe, die für die Wolle am geeignetsten sind, weil sich für Seide so ziemlich alle Farbstoffe verwenden lassen. Die Bäder werden gewöhnlich leicht mit Schwefelsäure angeäuert, das Färben wird bei 90–100° C. vorgenommen. Einige direkte Baumwollfarbstoffe, wie Thioflavin S, Diaminorange B, Diamincharlach, Diamin-grün, Halbwohlschwarz, die sich für diesen Artikel geeignet erwiesen haben, werden unter Zusatz von Glaubersalz während einer halben Stunde bei Siedetemperatur aufgefärbt, worauf man die Stücke im erkaltenden Bade so lange laufen läßt, bis die Seide genügend gedeckt ist. Zur Erzielung tiefer Farbentöne ist auf kurze Flotte zu halten. Bezüglich der Einzelheiten f. Literatur.

Literatur: [1] Steinbeck, Bleichen und Färben der Seide und Halbseide, Berlin 1895. — [2] Ganswindt, Theorie und Praxis der modernen Färberei, Leipzig 1903. *R. Möhlau.*

Halbfohlleder, lohbares Leder, welches zur Herstellung von Brandfohlen und schwächeren Sohlen für feinere Herrenschuhe, für Damen- und Kinderchuhe verwendet wird. Bei der Herstellung derselben werden die Häute im Kalkätscher für den Enthaarungsprozeß vorbereitet.

Päfler.

Halbsparren (Schiffsparren), f. Dachstuhl, Bd. 2, S. 513.

Halbtonätzung, für die Buchdruckpresse f. Autotypie, für die Kupferdruckpresse f. Heliogravüre.

Halbtrockenpressen, Ziegelmaschinen, die so arbeiten, daß der vorzerkleinerte Ton zunächst durch einen Tonschneider gemischt, in Formen hineingedrückt und sodann dafelbst durch Stempel weiter zusammengepreßt wird. Die Rohmasse muß, um auf diesen Pressen gute Resultate zu geben, noch schwach plastisch sein, ohne jedoch zu schmieren.

Am besten lassen sich die Schiefertone auf den Halbtrockenpressen zu Ziegelsteinen umformen, weniger gut fette Tone, da dieselben, um plastisch zu werden, zu viel Feuchtigkeit erfordern. Die Bewegung der Stempel, durch welche die Pressung des in die Formen eingefüllten Materials erfolgt, geschieht teils durch Kniehebelübertragung, wie bei den Pressen von Bradley & Craven in Wakefield, England, teils durch schiefe Ebenen, auf denen der Unterstempel gehoben wird, wie bei den Pressen von H. Brewer & Co. in Tecumseh, Mich., teils durch freien Fall des Oberstempels auf das eingeschüttete Material, wie bei den Pressen der Dorstener Eifengießerei und Maschinenfabrik, Dorsten i. W.; f. Ziegelmaschinen. *Dümmler.*

Halbtuch, ein aus baumwollener Kette und streichwollenem Schuß erzeugtes verfilztes, daher tuchartiges Gewebe, das sowohl mit Tuch- als auch mit Köperbindung gewebt ist; f. Tuchforten.

Kraft.

Halbturm, f. Geschützarmierung der Kriegsschiffe.

Halbwalm (Krüppelwalm), ein im oberen Teil abgewalmter Giebel, kommt an landwirtschaftlichen Gebäuden vor und bildet die charakteristische Dachform der alten Holzhäuser des Schwarzwaldes und der nördlichen Schweiz (f. Dach, Bd. 2, S. 489, Fig. 6).

Weinbrenner.

Halbwassergas, f. v. w. Downsongas (f. Kraftgas).

Halbwollfärberei, die Färberei von Geweben aus Wolle und Baumwolle.

Um ein aus Wolle und Baumwolle bestehendes Gewebe gefärbt erscheinen zu lassen, kann man sich verschiedener Methoden bedienen. Man kann die Baumwolle als Garn färben, sie mit der Wolle verweben und nun die Wolle im Stück färben; man kann die Baumwolle mit Gerbfäure beizen, sie mit Wolle verweben und beide Fasern im Stück färben; man kann im Stück zuerst die Wolle, dann die Baumwolle oder umgekehrt erst die Baumwolle und dann die Wolle färben; man kann endlich beide Fasern im Stück zugleich färben.

Die dritte Methode findet sich vielfach in Anwendung. Zuerst wird die Wolle nach üblichem Verfahren gefärbt und das Gewebe gewaschen. Die Baumwolle erscheint nach dieser Behandlung nur wenig getönt. Nun wird die Baumwolle in kalten Bädern mit Gerbfäure gebeizt und letztere durch ein Antimonfalz, Zinnchlorid oder Eisenvitriol in besonderem Bade befestigt. Das Ausfärben der Baumwolle in der Lösung eines basischen Farbstoffes geschieht zur Schonung der Wolle gleichfalls bei gewöhnlicher Temperatur. Indessen beobachtet man, daß letztere noch etwas Farbstoff anzieht. Diesen Umstand berücksichtigt man in der Weise, daß man die Wolle in einem etwas helleren Tone färbt, als der gewünschten Nuance entspricht. Da die Wolle zur Gerbfäure nur geringe Affinität besitzt, so kann man im Gewebe auch zuerst die Baumwolle mit Tannin beizen, letzteres fixieren und dann Baumwolle und Wolle zusammen in der Lösung eines basischen Farbstoffes färben. Erst bei gewöhnlicher Temperatur, dann durch gelinde Erwärmung des Bades erfolgt zunächst die Färbung der Baumwolle, durch Steigerung der Temperatur bis zur Kochhitze dann diejenige der Wolle. Man vermeidet auf diese Weise, daß der Ton der Wollfärbung durch das nachträgliche Beizen und Färben der Baumwolle verändert wird. Immerhin ist zu berücksichtigen, daß die Zahl der für dieses Verfahren sich eignenden basischen Farbstoffe eine relativ geringe ist.

Eine große Vereinfachung in der Färberei der Halbwolle ist durch die Einführung solcher direkter Baumwollfarbstoffe erfolgt, die zugleich vorzügliche Wollfarbstoffe sind und die die Halbwolle in den gebräuchlichsten Nuancen in einem Bade zu färben erlauben.

Die Färbung vollzieht sich am besten im neutralen Bade, dem man für das Liter Flotte 20 g Glauberfalz zusetzt. Die Menge der Farbflotte soll nicht mehr als 20 l Flotte für das Kilogramm Halbwolle betragen; je konzentrierter die Flotte ist, um so intensiver fallen die Färbungen aus. Da in kochendem Bade die Wolle, bei niedrigerer Temperatur jedoch die Baumwolle sich intensiver anfärbt, so verfährt man zweckmäßig in der Weise, daß man das Färbebad innerhalb einer halben Stunde zum Sieden treibt, eine kurze Zeit kochen läßt und mußert. Erscheint die Wolle genügend angefärbt, aber nicht genau nuanciert, so gibt man dem Bade die für die Wolle sich eignenden Nuancierungsprodukte (im neutralen Bade aufziehende Säurefarbstoffe) hinzu und läßt das Gewebe noch eine halbe Stunde auf dem Hapfel laufen. Ist die Wolle genügend gefärbt, hat aber die Baumwolle noch nicht den Ton erreicht, so läßt man bei abgesperstem Dampf die Ware noch so lange nachziehen, bis die Baumwolle gleichfalls die richtige Nuance zeigt. Hierzu ist unter Umständen ein weiterer Farbstoffzulatz erforderlich. Nach dem Färben

wird, wenn die Ware weich fein soll, gut gewaschen. Wird ein harter Griff gewünscht, so ist eine leichte Wäsche vorzuziehen.

Literatur: [1] Herzfeld, Die Praxis der Färberei, Berlin 1893. — [2] Kertesz, Die Diamin-farben der Farbenfabrik L. Cassella & Co., Frankfurt a. M. 1895/96. — [3] Ganswindt, Theorie und Praxis der modernen Färberei, Leipzig 1903. *R. Möhlau.*

Halbzeug, f. Halbholländer und Papierfabrikation.

Halbzeugbleiche wird zum Entfärben der Papierfasern mit dem noch nicht ganz zerfaserten Halbzeug wegen des leichteren Eindringens der bleichenden Mittel zwischen die Fasern vorgenommen; f. Papierfabrikation. *Kraft.*

Halbzeugholländer, f. Halbholländer und Papierfabrikation.

Halbzeugpresse, auch Zeugpresse genannt, diejenige Maschine, durch die das zu bleichende Halbzeug so weit entwässert wird, um dem Chlorgase leichteren Zutritt zu den einzelnen Fasern zu ermöglichen; wird als hydraulische und auch als Walzenpresse ausgeführt; f. Papierfabrikation. *Kraft.*

Halbzimmer, Zimmer in einem Halbgeschoß.

Halde oder Berghalde, im Bergbau eine Anhäufung tauben Gesteins — der Berge — in der Nähe eines Schachtes oder Stollens. Zuweilen kommen auch die Ausdrücke Erzhalde und Kohlenhalde vor, d. f. große Haufen von Erzen oder Kohlen, welche als Vorrat aufgefürzt werden. *Treptow.*

Haldenberge, f. Berg (im Bergbau).

Halfa (Espartofaser), f. Spinnfasern.

Halit, f. Salz.

Hallanker, f. Anker (Schiffsanker).

Halle, 1. Gebäude, das nach allen Seiten hin mehr oder weniger offen ist und dessen Wände zum größten Teil durch Pfeiler oder steinerne oder eiserne Säulen gestützt erscheinen, z. B. Markthallen, Kaufhallen, Eisenbahnhallen u. f. w.; 2. Vorbau an Gebäuden, als Unterfahrt oder Zugang, auch als Aufenthaltsraum in frischer Luft, in letzterem Falle nur nach einer Seite offen; 3. großer Raum oder Saal, der sich im Erdgeschoß befindet und den Zugang zur Treppe oder zu andern Räumen bildet. Derartige Hallen waren namentlich in den englischen Schlössern gebräuchlich und gaben denselben ihren Namen, z. B. Beddington-Hall in Surey, Moreton-Hall in Cheshire u. f. w. S. a. Bahnhofshallen. *Weinbrenner.*



Querschnitt der Elisabethkirche zu Marburg.

Hallendächer, f. Dach, Bd. 2, S. 491.

Hallenkirche, eine Kirche, deren Schiffe alle gleiche Höhe haben, so daß dieselben mit einem einzigen Dache überdeckt werden.

Derartige Anlagen wurden namentlich in Deutschland im gotischen Baustile durchgeführt; Beispiele dieser Art sind die Elisabethkirche in Marburg (f. die Figur), Heilige Kreuzkirche zu Schwäbisch-Gmünd, Lorenzkerkirche in Nürnberg, St. Stephansdom in Wien u. a. *Weinbrenner.*

Hallina, dem Kirsey ähnliche grobe Tücher, die in der Zurichtung gewaschen, gewalkt, gefchoren und gepreßt werden; f. Weberei.

Hallische Erde, weißer Ton aus der Gegend von Salzmünde und Morl bei Halle a. S., findet wie andre Kaoline als Füllmaterial für Papier, in der keramischen Industrie, selten als Farbe Verwendung. *Andés.*

Hallische Kurbeln, f. Achsen, Bd. 1, S. 69, und Lokomotiven.

Hallisches Phänomen. Zu den experimentell festgestellten Tatsachen, welche die Wechselbeziehungen von Magnetfeldern und elektrischen Strömen erweisen, gehört auch der von E. Hall zuerst 1879 [1] beschriebene Versuch über den Einfluß eines Magnetfeldes auf die Richtung der Stromlinien bzw. der zu diesen senkrechten Potentiallinien in einer stromdurchflossenen Metallplatte.

In den Mitten zweier gegenüber liegender Seiten einer sehr dünnen Platte tritt ein Strom ein und aus. Die Mitten der beiden andern Gegenseiten sind dann Punkte gleichen Potentials. Mit einem Galvanometer verbunden, liefern sie in diesem keinen Strom. Sobald nun aber die Platte von den Kraftlinien eines Magnetfeldes durchsetzt wird, sei es in zur Platte senkrechter

Richtung oder in der zum Strom senkrechten Richtung parallel der Platte, so entsteht im Galvanometer ein Ausschlag; die äquipotentielle Linie der Platte, welche zwei Seitenmitten verbindet, hat eine Drehung erlitten. Je nach der Substanz der Platte ist beim zur Platte senkrechten Verlauf der Kraftlinien die Drehung größer oder kleiner, positiv (d. h. in Richtung der Elementarströme des Magnets) oder negativ. Die elektromotorische Kraft des Halleffekts ist am größten und positiv beim Tellur, am größten negativ, aber etwa sechszigmal schwächer beim Wismut, schwach positiv ferner bei Antimon, Eisen, Kobalt, Zink, Blei, schwach negativ bei Nickel, Aluminium, Magnesium, Gold, Silber, Kupfer, Zinn nach dem Gesetze $e = RiM:d$, worin e die elektromotorische Kraft des Galvanometerstroms, i die Stärke des primären Stroms, M die magnetische Feldstärke, d die Plattendicke und R den von der Substanz abhängigen „Rotationskoeffizient“ bezeichnet, der auch mit der Temperatur veränderlich ist. Ettinghausen und Nernst [2] fanden einen Halleffekt auch, wenn man den galvanischen Strom der Platte durch einen Wärme-
strom ersetzt. Ueber Weiteres sei verwiesen auf [3].

Literatur: [1] Amer. Journ. of Mathem., 1879, 2, S. 287. — [2] Wied. Ann., 1887, 31, S. 783. — [3] Auerbach, in Winkelmann, Handb. der Physik, III, Breslau 1893, S. 322. *Ang. Schmidt.*

Hallfädter Kalk, in den Ostalpen (Salzkammergut) ein dichter, dickbankiger und deutlich geschichteter, selten dünnplattiger Kalkstein, der rotgelbe oder grünliche Färbungen in marmorartiger Verteilung und Flammung zeigt, sehr wetterfest ist und als sogenannter Hallfädter Marmor zu Ornamenten und als Zierstein (Stufen, Platten, Kamine u. f. w.) im Hochbau Verwendung findet, zumeist aber zu Nippfachen und kleineren Kunstgegenständen (Vasen) verarbeitet wird. Die Schichten gehören der Keuperformation an. *Leppla.*

Halogenazot, f. v. w. Chlorstickstoff (f. d.).

Halogene (Salzbildner), die Elemente der Chlorgruppe: Chlor, Fluor, Brom, Jod, die sich mit den Metallen direkt zu Salzen vereinigen können.

Haloide, Haloidsalze, -verbindungen, eine Gruppe von Mineralen, die zumeist einfache Verbindungen von Chlor, Brom, Jod und Fluor mit ein- und zweiwertigen Metallen und Alkalien darstellen.

Sie sind nicht metallisch, von geringer Härte, meist löslich in Wasser, durchsichtig bis durchscheinend und selten gefärbt. Ihr hervorragendster Vertreter ist das Steinsalz. *Leppla.*

Haloklastit (Petroklastit), Sprengpulver aus 74% Salpeter, 10% Schwefel, 15% Steinkohlenpech und 1% Kaliumbichromat.

Halpace (Hochbank, Hochfutz), Fensterfutz in der Laibung starker Mauern.

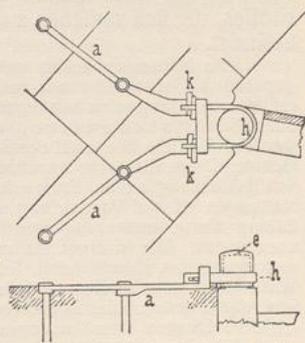
Hals, dünner Teil eines prismatischen oder walzenförmigen Körpers, z. B. einer Welle, Säule u. dergl.: 1. oberer Teil einer Wandfäule an Scheunen- oder Schleufentoren; derselbe wird von einem eisernen Ringe, dem Halsband, umfaßt, welches, in der Mauer befestigt, die Drehung des Tores sichert. 2. Vereinigungsstelle eines Gelenks oder Scharniers. 3. Oberteil eines Säulenschaftes der dorischen oder toskanischen Säule. *Weinbrenner.*

Hals eines Segels, die vordere untere Nock eines Schratfegels; bei Raafegel liegen die unteren Nocken je nach dem Braffen der Raa abwechselnd vorne oder hinten; die vordere Nock heißt dann jedesmal Hals, die hintere Schote. Nach der Stellung der Halsen wird die Segelstellung eines beim Wind fegelnden Fahrzeuges bezeichnet; ein über Backbordhalsen liegendes Fahrzeug hat die Halsen an Backbord und die Schoten an Steuerbord angeholt, hat also den Wind von Backbord ein. *T. Schwarz.*

Halsband, f. Hals.

Halsband bei Schleufentoren, auch Hals-eisen genannt, ein ganzer oder halber Ring als Bügel, welcher das hervortretende, zylindrisch bearbeitete obere Ende, den Hals, der Wendefäule (f. Schleufentor) oder einen daselbst angebrachten eisernen Zapfen, den Halszapfen, umfaßt und in das Mauerwerk gehörig verankert ist. Durch daselbe wird die vertikale Stellung der Tordrehachse, die unten mit einem Spurlager aufsteht, gesichert. Seltener wird der Hals etwas tiefer, unterhalb des Oberrahms, angeordnet.

Eine gute Konstruktion muß entweder das Halsband leicht von der Verankerung lösen oder den Halszapfen herausnehmen lassen, um bei Reparaturen das Tor einfach herausheben zu können; ferner muß sie eine Korrekionsvorrichtung besitzen, die bequem ein Zentrieren (das



Vertikalstellen) der Drehachse ermöglicht. Diese beiden Anforderungen werden z. B. in vorstehender Figur vermittelt der Doppelkeile kk erfüllt; das Herausnehmen derselben gibt das Halsband h ganz frei, während deren Ineinander- oder Zurückschlagen eine Verlängerung bzw. Verkürzung der Verankerungsverbindung bewirkt. Die zwei oder drei Ankerzugflangen a , welche an vertikale Ankererschließen oder auf der Mauerrückseite an Ankerplatten angreifen, sollen bei schweren Toren womöglich durch die ganze Mauerdicke gehen. Der hölzerne Hals erhält zweckmäßig eine eiserne Kappe e zum Schutze gegen sonstige rasche Zerstörung.

Denkt man sich den Schleufentorflügel vom Gewicht G frei hängend, l sei die horizontale Länge bzw. Breite desselben, H die hierbei sowohl am Halszapfen als auch unten am Spurzapfen auftretende Horizontalkraft und h die vertikale Entfernung der Angriffspunkte der beiden genannten Zapfen, dann ist im Maximum, wenn das Tor im Trockenem, $H = \frac{Gl}{2h}$, welche Kraft den Zapfen auf Biegung, das Halsband auf Zug und durch ihre der jeweiligen Torstellung entsprechenden Komponenten auch die Verankerungsflangen beansprucht.

Literatur und ausführliche Berechnung: Landsberg, Die eisernen Stemttore der Schiffschleufen, Leipzig 1894.

Halseifen, f. Bänder, Bd. 1, S. 454.

Halfen, Segelmanöver, um ein beim Wind segelndes Fahrzeug vor dem Winde auf den andern Bug zu bringen, d. h. zum Beispiel von Backbordhalfen auf Steuerbordhalfen zu gehen, im Gegensatz zum Ueberflaggehen gegen den Wind.

T. Schwarz.

Halslager, 1. im Gegensatz zu Stirnlagern die Unterfützung einer freitragenden Achse innerhalb des Achsenkopfes; 2. im Gegensatz zu Fußlagern an stehenden Wellen die obere Führung, z. B. an Turbinenwellen das Lager unterhalb des Zahnrades oder an Kranfäulen das oberste Lager. Die Konstruktion unterscheidet sich im letzteren Falle von einem gewöhnlichen Traglager nur durch die Anordnung der Oelschmierung.

Lindner.

Halsriß, f. Böttcherei und Faßfabrikation.

Halszapfen, die in Halslagern laufenden Zapfen (f. d.).

Haltepfahl (Haftpflock, Haftstock, Poller) ist ein fest in den Boden versetzter starker, am Kopf abgerundeter Pflock aus Holz oder Eisen. Die Haltepfähle dienen zum Anbinden bzw. Festhalten von schwimmenden Objekten an Flußufem, Hafenkais und Landeplätzen.

Sind die Haltepfähle eventuell der Zugleine (f. Leinenzug) im Wege, so sind behufs Darüberleitens der Leine schräge sogenannte Streichhölzer anzubringen, die vom Boden zum Haltepfahlkopf gleichsam eine schiefe Ebene bilden. An felsigen Ufern oder an Mauern dienen statt der Haltepfähle eiserne Ringe, Schiffsringe oder, besonders an Kaimauern, auch eiserne einfache Bügel und Kreuzbügel (Fangkreuz). Im Wasser situierte Haltepfähle bestehen behufs Erhöhung ihrer Standsicherheit aus zu einem Bündel vereinigten Pfählen und werden dann Duc d'Alben (Dalben), Bd. 3, S. 149, genannt.

Literatur: Strukel, M., Der Wasserbau, Leipzig 1904.

v. Schneller.

Haltestelle, f. Bahnhöfe, Bd. 1, S. 475.

Haltetaue, jene Taue (Hanf- oder Drahtseile), die zum Festhalten (Verheften) eines schwimmenden Objekts am Land oder vor Anker dienen; f. Verankerung.

Haltsignal, f. Bahnzustandssignale.

Haltung ist die entweder ganz oder meist nahezu horizontale Strecke, die Stufenlänge, eines Kanals (dann auch Kanalhaltung genannt) oder kanalisierten Flusses, die sich zwischen zwei benachbarten Kanalstufen bzw. Stauanlagen (f. d.) befindet.

Die Haltungen sollen möglichst lang hergestellt werden, um so bei Ueberwindung der gegebenen Gefamthöhe nur möglichst wenige, für den Verkehr zeitraubende und denselben erschwerende Stufen zu benötigen, die durch Kammerchleufen (f. d.) bzw. bei Kanälen auch durch Schiffshebewerke (f. d.), geneigte Ebenen oder Schiffseisenbahnen (f. d.) gebildet werden. Um die Wartezeit der Schiffe an den Stufen möglichst zu verringern, wäre als geringste Haltungslänge diejenige anzustreben, welche in jener Zeit durchfahren werden kann, die eine Schiffskreuzung an der Stufe erfordert. Bei Schleufen mit großem Wasserbedarfe und bei kurzen Haltungen ist zur Vermeidung unzulässiger Wasserspiegelschwankungen während der Schleufenfüllung bzw. -entleerung eine Vergrößerung des Kanalprofils nächst der Schleufe (Vorhafen) anzuordnen. Die in einer Haltung durchgeleitete Wassermenge, sei es zum Zwecke der Wasserversorgung des Kanals selbst, sei es für die Hochwasserableitung der in den Kanal eingeführten Wasserläufe oder endlich behufs Ausnutzung einer verfügbaren Wasserkraft, soll nur so groß sein, daß hierdurch der Schiffsverkehr keine unzulässige Erschwerung erfährt. In Ausnahmefällen erhielten längere Kanalhaltungen ein kleines Sohlgefälle, z. B. am Erie Kanal 0,08‰.

Literatur: Faber, E., Donau-Main-Wasserstraße, Nürnberg 1903; Schiffbarkeit der bayrischen Donau, München 1905.

Pachnik.

Hamburgerblau, f. Mineralblau.

Hamburger Deckgrün, f. Schweinfurtergrün.

Hamburger Normen, f. Dampfkeffelfabrikation, Bd. 2, S. 583, Keffelbaumaterial.

Hamburgerweiß, f. Bleiweiß.

Hamiltonfches Prinzip oder Prinzip der stationären Wirkung; f. Prinzip.

Hammer, das bekannte Werkzeug, das dadurch wirkt, daß es, nachdem seine entsprechend große Masse in Bewegung versetzt ist, seine lebendige Kraft stoßweise auf einen andern Körper überträgt. Die Bewegung kann die stoßende Masse entweder durch die Arbeiterhand oder eine elementare Kraft erhalten. Im ersten Falle bedarf die Masse zum bequemen Halten mit der Hand einer Handhabe, die gewöhnlich aus einem Stiel, selten aus einem ringartigen Griffe besteht. Diese Verbindung bildet das Werkzeug, das kurzweg Hammer genannt wird.

Der Hammer ist gewöhnlich ein Eisen- oder Stahlstück (der Hammerkopf), das zwei stählerne, genügend harte Auftatzflächen besitzt und mit einem, gehörig mit Keilen befestigten, durch den Schwerpunkt gehenden Stiel versehen ist. Die Auftatzfläche nennt man die Bahn, wenn ihre Größe beträchtlich und ihre Gestalt daher ganz oder beinahe quadratisch oder kreisförmig ist; sie heißt dagegen Finne (Pinne), wenn sie im Verhältnis zur Länge schmal ist. Gewöhnlich besitzt der Hammer eine Bahn und eine Finne. Die Bahn ist meist etwas konvex, selten ganz eben oder konkav; in einzelnen Fällen ist sie zylindrisch oder kugelförmig. Die Finne ist in der Regel ein Zylinderabschnitt, der senkrecht zum Stiele steht. Hammer, bei denen die Finne parallel zum Stiele steht, unterscheidet man durch den Namen Kreuzschlag (Kreuzhammer). Die Größe der durch Menschenhand getriebenen Hämmer liegt dem Gewichte nach zwischen 0,1 und 10 kg. Beim Schmieden unterscheidet man der Größe nach Schmiedehämmer (Hand-, Bankhammer), 1—2,5 kg schwer, die mit einer Hand regiert werden, und Zuschlag- oder Vorschlaghammer (3—10 kg schwer), zur Führung mit beiden Händen.

Handhämmer von sehr verschiedener Gestalt werden namentlich zur Bearbeitung des Bleches (f. Blechbearbeitung) benutzt. Die Bearbeitung des Bleches geschieht hierbei meist im kalten Zustande, und nur, wenn durch fortgesetztes Hämmern das Metall hart und spröde wird, muß man es durch Ausglühen weich machen, insofern es Anwendung von Glühhitze gestattet (was z. B. bei Weißblech des Zinnüberzugs wegen nicht der Fall ist). Die gewöhnlichsten Hämmer zum Biegen, Treiben und Glätten sind hierbei folgende: Polier-, Glanzhammer, mit einer einzigen kreisrunden, ein wenig konvexen, fein polierten Bahn; Spann-, Gleichziehhämmer, mit zwei nach Art von Zylinderabschnitten gerundeten langen und schmalen Bahnen, gleichsam kreisförmigen oder quadratischen Bahnen; Schweiß-, Aufziehhämmer, mit zwei nach Art von Zylinderabschnitten gerundeten langen und schmalen Bahnen, gleichsam breiten Finnen, die quer gegen den Stiel gestellt sind; Teller-, Fuß-, Krug-, Breithammer, vom vorigen durch größere Breite der Bahnen verschieden; Finn-, Aufziehhämmer, mit einer kreisrunden, etwas konvexen Bahn und einer abgerundeten quergestellten Finne; Treib-, Tief-, Knopfhämmer, mit zwei halbkugelig konvexen Bahnen oder einer solchen und einer größeren, viel weniger konvexen Bahn; Tiefhammer, mit einer kreisrunden, etwas konvexen und einer länglichen abgerundeten (der des Tellerhammers ähnlichen) Bahn; Flächenhammer, mit zwei ganz flachen kreisförmigen oder quadratischen Bahnen; Schärfenhammer, mit zwei geraden, quer gegen den Stiel stehenden Finnen (die eine flach, die andre fast schneidig); Schlicht-, Ausschlichthämmer, dem Polierhammer ähnlich, aber kleiner und auf der Bahn stärker gewölbt; Abschlicht-, Planierhammer, mit zwei Bahnen, die beinahe völlig flach oder von denen die eine flach und die andre wenig konvex ist (Bahnen beide kreisrund oder eine kreisrund, die andre quadratisch oder länglich viereckig); Siekenhammer, mit zwei abgerundeten, quer gegen den Stiel stehenden Finnen; Abbind-, Abpinnhammer, ein kleiner Siekenhammer mit schärferen (schmäleren) Finnen; Büchensiekenhammer, mit zwei flachen schmalen Bahnen, auf deren jeder eine (quer gegen die Richtung des Hammerstiels stehende) halbzyklindrische Rinne sich befindet. Mitunter gebraucht auch der Metallarbeiter Hämmer aus weicherem Material, um bei deren Anwendung entweder bereits vorhandene Ausarbeitungen möglichst zu schonen (Montierhammer) oder um z. B. bei dünnen weichen Metallen (Blechen) die sonst durch das Schlagen entstehende Härte (Hartschlag) zu vermeiden (Kalthämmern). Dann werden die Hämmer (Schlägel) aus hartem Holz (Buchsbaum, Pockholz, Weißbuchen, Kornelkirsche) oder Horn, gepreßten Lederstücken, Elfenbein oder endlich aus weichen Legierungen (weicher Bronze, Messing, Zinn und Blei u. f. w.) hergestellt. — Die mit den Händen zu bedienenden Hämmer wiegen selten bis 12 kg; schwerere Hämmer können nicht mehr mittels der Hand geschwungen werden. Zuweilen sucht man dem Arbeiter das Aufheben des Hammers zu sparen. Alsdann wird letzterer an eine Feder gehängt, die stark genug ist, um den Hammer zu heben. Der Arbeiter hat sodann den Hammer (meistens mittels des Fußes) niederzuwerfen und gleichzeitig die Spannung der Feder zu überwinden. Man nennt die Einrichtung Wipphammer [1]. Schwere Hämmer werden wohl durch windenartige Vorrichtungen mittels der Hand oder, was meist der Fall ist, durch Maschinenkraft gehoben.

Mechanische Hämmer [2]. Alter Gewohnheit gemäß hat man zunächst den Stiel- oder Helmhammer hierfür tauglich gemacht, indem man den Helm oder Stiel mit einer Hülle (Hammerhülle) und zwei seitlich vorstehenden Zapfen verah und entweder auf das über die Zapfen hervorragende Stück des Helmes (Schwanzhammer) oder den zwischen den Zapfen und dem eigentlichen Hammer befindlichen Helmteil (Aufwerf-, Brusthammer) oder endlich den über den Hammer vorspringenden Teil des Helmes (Stirnhammer) die Daumen einer Welle einwirken ließ; f. a. Aufwerfhammer. Diese Hammerarten (Hebel-, Winkelhammer) sind zurückgedrängt,

teils weil die lebendige Kraft des Helmes nicht geradewegs durch das Werkstück aufgenommen wird, wodurch erhebliche Erschütterungen des Helmes entstehen, teils weil die Zugänglichkeit der Arbeitsstelle bei diesem Hämmer eine unbequeme Beschränkung erleidet, teils, weil die Hammerbahn je nach der Dicke des Arbeitsstückes eine verschiedene Neigung zur Amboßbahn einnimmt. An ihrer Stelle sind die *Gleichhämmer* (Prismen-, Rahmen-, Parallelhämmer) herrschend geworden, d. h. solche Hämmer, die längs gerader, meistens senkrechter Gleise geführt werden. Man hebt den Hammer (hier *Bär* genannt) an einem biegsamen Bande [3] oder einer steifen Stange [4] empor und läßt ihn aus einer gewissen Höhe auf das Werkstück niederfallen. Diese Maschinenhämmer haben eine ausgedehnte Anwendung namentlich durch die Erfindung *Nasmyths* erfahren, nach welcher der Bär unmittelbar an die Stange eines Dampfkolbens gehängt wird (f. *Dampfhammer*). Statt des Dampfes kann auch *Preßluft* [5] oder die *Explosionskraft* des Pulvers oder des *Leuchtgases* (*Gashämmer*) [6] benutzt werden. Man hat auch den *Wipphammer* als Vorbild zur Anordnung anderer Maschinenhämmer benutzt, indem der Bär durch die *Elastizität* des Dampfes oder durch *Federn*, nachdem er rasch niedergeworfen, rasch wieder emporgehoben wird. Endlich finden sich zahlreiche Anordnungen von Maschinenhämmern, bei denen durch *Metall-* oder *Luftfedern* eine große *Geschwindigkeit* bzw. *Schlagzahl* ermöglicht wird [7]; f. a. *Druckluftwerkzeuge*.

Literatur: *Karmarck-Fischer*, *Mech. Techn.*, Leipzig 1888, Bd. 1, S. 552; Bd. 2, S. 271; *Hoyer*, *E. v., Mech. Techn.*, Wiesbaden 1888, Bd. 1, S. 139. — [1] *Prakt. Maschinenkonfr.* 1887, S. 222. — [2] *Hauer*, *E. v., Hüttenwesenmaschinen*, Wien 1867, S. 153; *Weisbach*, *Lehrb. der Ingenieur- und Maschinenmechanik*, Braunschweig 1889, Teil 3, S. 1227; *Fischer*, *Herm.*, *Die Werkzeugmaschinen*, 2. Aufl. 1905, Bd. 1, S. 592. — [3] *Dinglers Polyt. Journ.* 1843, Bd. 90, S. 8; 1858, Bd. 147, S. 255; 1861, Bd. 160, S. 5; 1878, Bd. 227, S. 526; 1881, Bd. 239, S. 83, Bd. 240, S. 8; 1882, Bd. 244, S. 190, Bd. 245, S. 493; 1883, Bd. 248, S. 489; 1884, Bd. 251, S. 468, Bd. 252, S. 272; 1885, Bd. 256, S. 110; 1893, Bd. 290, S. 276; *Zeitfchr. des Ver. deutsch. Ing.* 1895, S. 22. — [4] *Dinglers Polyt. Journ.* 1874, Bd. 213, S. 458; 1879, Bd. 234, S. 364; 1882, Bd. 245, S. 493; 1883, Bd. 247, S. 15; 1885, Bd. 253, S. 16; 1893, Bd. 290, S. 277. — [5] *Ebend.* 1866, Bd. 179, S. 7; 1879, Bd. 231, S. 306; 1880, Bd. 236, S. 198; 1883, Bd. 249, S. 106; 1895, Bd. 297, S. 299. — [6] *Ebend.* 1887, Bd. 264, S. 591; 1888, Bd. 267, S. 12; 1895, Bd. 297, S. 299. — [7] *Ebend.* 1891, Bd. 281, S. 277; 1893, Bd. 289, S. 294; 1895, Bd. 297, S. 249; 1897, Bd. 303, S. 11, 33, 135; *Zeitfchr. für Werkz.* 1901, S. 105, 357, 566; 1902, S. 145; 1903, S. 19; 1905, S. 303; *Zeitfchr. des Ver. deutsch. Ing.* 1887, S. 490; 1898, S. 183; 1900, S. 281, 1787; 1902, S. 925; *Karmarck-Fischer*, *Handb. der mech. Technologie*, Leipzig 1888, Bd. 1, S. 554; *Hoyer*, *E. v., Mech. Technologie*, Wiesbaden 1906, Bd. 1, S. 152.

E. Müller-Dresden.

Hammer (*Wagnerfcher*), die 1839 erfundene erste Form des Unterbrechers (*Interruptors*) für elektrische Ströme, die bei den Induktionsapparaten durch *Stöhrers* oder durch *Foucaults* *Interruptor* ersetzt wurde (f. *Induktion*), bei den elektrischen *Läutewerken* dagegen noch allgemein in Anwendung ist.

Der elektrische Strom paßiert nacheinander den Kontakt eines *Platinafcheibchens* mit einer Spitze und die Spule eines *Elektromagnets*. Durch den erregten *Magnetismus* wird der an einem federnden Hebel befestigte *Anker* angezogen, dadurch das am Hebel befestigte *Platina-blättchen* außer Kontakt mit der Spitze gebracht, der Strom unterbrochen, der *Anker* mit der Feder geht zurück, der Strom wird wieder geschlossen, um sich aufs neue selbst zu öffnen u. f. w. Weiteres f. [1] und [2].

Literatur: [1] *Dvorak*, *Zeitfchr. f. Instrumentenkunde*, XI, 1891, S. 423. — [2] *Frick*, *Physikal. Technik*, 6. Aufl., von *O. Lehmann*, Braunschweig 1895, S. 250.

Aug. Schmidt.

Hammeramboß, f. *Schlagstock*.

Hammerapparate, f. *Mörtelprüfung*.

Hammerbär, f. *Dampfhammer*.

Hammereisen, *Zwittereisen*, nach älterer Bezeichnung ein Produkt aus dem *Stahlfrischprozeß*.

Schon während des *Zängens* der *Luppe* läßt sich erkennen, daß diese aus zwei verschiedenen Arten *zusammengesetzt* ist. Die strenge *Scheidung* wird erst nach erfolgtem *Ausstrecken* durch *Aufschlagen* des plötzlich *abgekühlten* Stabes auf einen *Amboß* vorgenommen. Das Material, das am schwersten *abspringt*, ist *Hammereisen*, das ungefähr den 10. Teil des *Rohstahleisens* ausmacht. Neuerdings bezeichnet man mit *Hammereisen* eine besonders gute Qualität von *Schweißeisen*, das wegen seiner hohen *Zähigkeit* zu *Zapfen*, *Bolzen* u. f. w. verwendet wird.

Hammergar, f. *Kupfer*.

Dalchow.

Hammergeschirr, auch *Stampfgeschirr*, *Stampfwerk*, deutsches *Geschirr* genannt, ist die zum *Zerfasern* der *Hadern* einst allgemein angewendete *Vorrichtung*, deren wirksame Werkzeuge entweder aus *schwanzhammerähnlichen*, um einen Punkt *schwingenden* oder *vertikal* geführten *fallenden Stampfern* bestanden; f. *Papierfabrikation*.

Kraft.

Hammerhelm, -*hülfe*, f. *Hammer*.

Hammerkessel (*Dupuis-Kessel*), f. *Dampfkeffel*, Bd. 2, S. 566.

Hammerkolben, übliche Form des *Lötkolbens* (f. *Löten*).

Hammermaschine, stehende *Schiffsmaschine* (f. d.) nach Art des *Dampfhammers*.

Hammermikrophon, f. Telephonie.

Hammerrad, f. Waffermotoren.

Hammererschlag, die beim Schmieden, Walzen und sonstiger Bearbeitung von Metallen in Glühhitze an deren Oberfläche durch Oxydation sich bildende, meist leicht abblätternde, spröde Kruste. Der rote Kupferhammerschlag besteht vorwiegend aus Kupferoxydul, der schwarze aus Kupferoxydul und -oxyd. Der Eisenhammerschlag oder Glühspan ist Eisenoxyduloxyd von wechselnder Zusammenfassung; f. a. Zunder.

Beckert.

Hammerwalke, die beim Verfilzen der Gewebe verwendete Vorrichtung, die dadurch charakterisiert ist, daß der den hierbei zur Anwendung kommenden Stoß erzeugende Mechanismus aus schwanzhammerähnlichen, durch eine Daumenwelle beweglichen fallenden Holzklötzen besteht; f. Tuchfabrikation.

Kraft.

Hammerwerk, vielfach übliche Bezeichnung für denjenigen Teil eines technischen Betriebs (insbesondere der Eisenhütten), in dem die Bearbeitung der betreffenden Rohstoffe mit dem Hammer vorgenommen wird. *E. Müller-Dresden.*

Hanartefcher Kompressor, f. Luftkompressor.

Handaufzüge, von Hand betriebene Aufzüge, finden außer zur Beförderung von Speisen, Akten u. f. w. auch zur Beförderung von Lasten bis etwa 500 kg selbst mit großen Hubhöhen vielfach Verwendung in Fabriken und Geschäftshäusern; für Personenbeförderung sind sie nicht zulässig.

Bei den Akten- und Speiseaufzügen sowie andern kleinen Aufzügen wird die Einrichtung gewöhnlich in der Weise getroffen, daß der aus einem Holzkasten bestehende, senkrecht geführte

Fahrkorb in ein endloses Seil eingeschaltet wird, das über passend im oberen und unteren Teile des Aufzugschachtes gelagerte Leitrollen gelegt ist. Durch unmittelbares Ziehen am Seil oder Fahrkorb wird dieser bewegt.

Der Fahrkorb von Handaufzügen für größere Lasten dagegen wird mit Hilfe eines Windwerkes bewegt, das entweder durch Handkurbeln oder durch ein endloses Zugseil betätigt wird. Die Kurbelwinde wird entweder über dem Fahrchacht oder in einem Zwischenstockwerk aufgestellt und ist dann das Lastseil, das sich auf der Windtrommel aufwickelt, über Leitrollen nach dem Fahrchacht geführt. Die Winde selbst wird mit Bremse und Sperrzeug versehen und findet häufig die von Brigleb, Hansen & Co. in Gotha (vgl. den Katalog der Firma) gebaute Sicherheitswinde nach dem System Stauffer und Megy Verwendung. Bei dieser erfolgt das Aufwinden der Last

mit Hilfe einer durch die Kurbel betätigten Bremskupplung, während der Niedergang der Last mit Hilfe einer Zentrifugalbremse ohne Zuhilfenahme der Kurbel geschieht. Letztere dient hierbei im wesentlichen zur Einleitung der Niedergangsbewegung durch Lösen der Bremskupplung bzw. zum Stillsetzen der Last.

Bei Anwendung einer Kurbelwinde kann der Aufzug natürlich nur von demjenigen Stockwerke aus bedient werden, in dem die Winde steht; diese Anordnung ist daher für Fabriken und Speicher geeignet, während für Geschäftshäuser großer Städte, in deren verschiedenen Stockwerken verschiedene voneinander unabhängige Betriebe auf Benutzung des Aufzuges angewiesen sind, der Antrieb des Windwerkes durch ein endloses Zugseil notwendig ist, weil dann der Aufzug von jedem Stockwerke aus in Tätigkeit gesetzt werden kann. Ein

derartig betätigtes Windwerk von C. Flohr in Berlin ist in den Fig. 1—3 dargestellt. Das außerhalb des Fahrchachts durch alle Stockwerke geführte endlose Zugseil z ist über die obere, etwa 1,4 m große Seilscheibe s gelegt, von deren Achse mittels einfacher Stirnräderübertragung die mit zwei Seilscheiben l versehene Lastwelle angetrieben wird. Ueber diese beiden

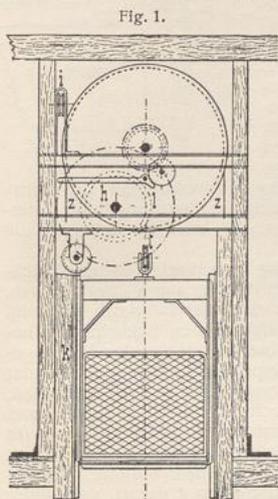


Fig. 1.

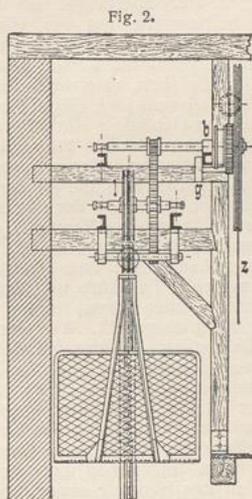


Fig. 2.

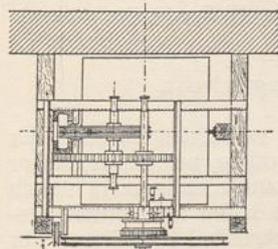
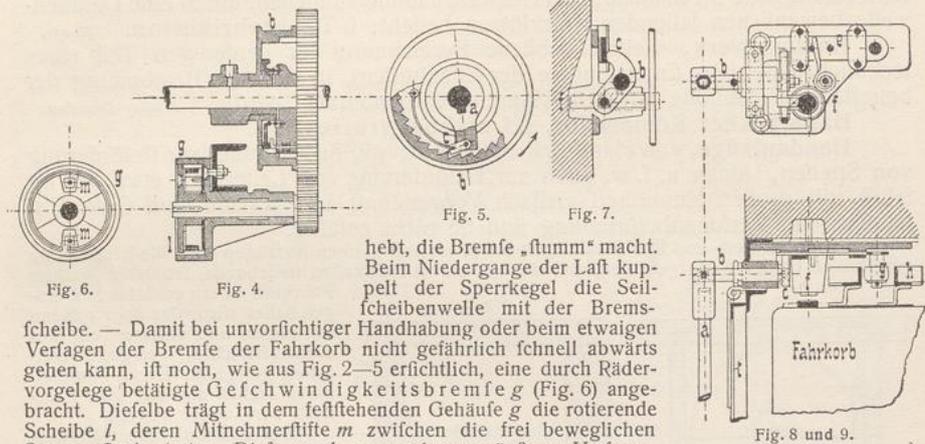


Fig. 3.

mit V-förmig ausgedrehten Nuten versehenen Scheiben sind die beiden Trume des den Fahrkorb tragenden Lastteiles *t* aufgelegt, dessen andre Enden an das Gegengewicht angegeschlossen sind. Dieses gleitet in dem gleichzeitig zur Befestigung der linksseitigen Fahrkorbführungsschienen dienenden Holzkasten *k*; es ist zur Ueberwindung der Seilsteifigkeit etwas schwerer genommen als der leere Fahrkorb. Das Windwerk ist, wie aus Fig. 2 und 3 ersichtlich, mit der in Fig. 4–6 besonders dargestellten Lösungsbremse *b* versehen, deren Bremsband für gewöhnlich durch den belasteten Hebel *h* angezogen ist, durch ein über die Rolle *i* gelegtes, durch den ganzen Schacht geführtes endloses Seil aber gelöst werden kann. Die am inneren Umfange mit Sperrzähnen versehene Bremsstrommel *b* sitzt lose auf einer Verlängerung des Lagers der Zugseilscheibenwelle, verursacht also während des Aufwindens der Last keinerlei Reibung. Fest aufgekeilt auf die Zugseilscheibenwelle ist der Arm *a* (Fig. 5) mit dem Sperrkegel *c*, der mit einer Feder verbunden ist, die ihn beim Aufwinden der Last, d. h. Drehung in der Pfeilrichtung, aus den Sperrzähnen



hebt, die Bremse „stumm“ macht. Beim Niedergange der Last kuppelt der Sperrkegel die Seilscheibenwelle mit der Bremscheibe. — Damit bei unvorsichtiger Handhabung oder beim etwaigen Verfallen der Bremse der Fahrkorb nicht gefährlich schnell abwärts gehen kann, ist noch, wie aus Fig. 2–5 ersichtlich, eine durch Räder vorgelegte betätigte Geschwindigkeitsbremse *g* (Fig. 6) angebracht. Dieselbe trägt in dem feststehenden Gehäuse *g* die rotierende Scheibe *l*, deren Mitnehmerflüße *m* zwischen die frei beweglichen Segmentstücke treten. Diese werden von einer am äußeren Umfange mit Leder bezogenen Kreisfeder umspannt, die, falls die Niedergangsgeschwindigkeit des Fahrkorbes eine bestimmte Grenze überschreitet, durch die der Einwirkung der Zentrifugalkraft unterliegenden Segmente gegen den inneren Umfang der Trommel *g* gepreßt wird, so daß eine die Niedergangsgeschwindigkeit verringere Reibung entsteht.

Bei Handaufzügen mit mehreren Ladestellen und Benutzung von verschiedenen Stockwerken aus muß eine Abhängigkeit zwischen Fahrkorb und Schachttüre in der Weise bestehen, daß immer nur diejenige Tür geöffnet werden kann, hinter welcher der Fahrkorb stillsteht. Eine derartige Einrichtung ist in Fig. 7–9 dargestellt. Vor der geschlossenen Schachttür *t* befindet sich in horizontaler Lage der Schlagbaum *a*, der fest mit einer in geeigneter Weise gelagerten Welle *b* verbunden ist, deren gleichfalls aufgekeilter Doppelhebel *c* bei geschlossener Tür sich mit seinem oberen hakenförmigen Arm (wie gezeichnet) gegen den passend geführten, durch eine starke Feder stets nach der Tür hin gedrückten Riegel *e* legt; der Schlagbaum kann also nicht angehoben werden. Kommt der Fahrkorb in Stockwerkshöhe an, so erfährt seine (in der Zeichnung nur angedeutete) Kulisse *h* die am Riegel *e* sitzende Rolle *g* und schiebt diesen zurück; erst dann kann der Schlagbaum angehoben und die Tür geöffnet werden. Gleichzeitig verschiebt hierbei der untere Teil des Hebels *c* einen starken Bolzen *f* derart, daß dieser in einen passenden Schlitz der Fahrkorbbwand eintritt und so eine Weiterbewegung des Fahrkorbes durchaus verhindert. Der Fahrkorb selbst wird mit Fangvorrichtung von schon beschriebener oder ähnlicher Bauart versehen. — Vgl. Aufzüge.

Literatur: [1] Ernst, Die Hebezeuge, 3. Aufl., Berlin 1899. — [2] Specht, Die gebräuchlichsten Bauten der Personen- und Lastenaufzüge, Berlin 1891. K. Specht.

Handbalgen, f. Blasebälge.

Handbohrer, f. Bohrgerät, Bohr- und Sprengarbeit.

Handbremsen, f. Bremsen, Bd. 2, S. 264.

Handdruck, das örtliche Aufbringen von passend verdickten Farben oder Beizen auf Fasermaterial aller Art mit Hilfe von Druckmodellen, war früher, bevor man die verschiedenen Systeme von Druckmaschinen kannte, allgemein üblich und wird heute noch in vielen Gegenden ausgeübt. Es lassen sich mittels desselben alle Genres des Druckes sowie Reserve- und Aetzartikel herstellen. Für gewisse Artikel konnte der Handdruck überhaupt noch nicht ersetzt werden, z. B. für vielfarbig bedruckte Schafwolltücher, für Seidendruck u. f. w. Mitunter wird auch Maschinendruck und Handdruck kombiniert.

Der Vorgang bei Handdruck ist sehr einfach, erfordert aber viel Übung. Man verstreicht mittels einer feinen Haarbürste die Druckfarbe möglichst gleichmäßig im Farbtröge, welcher

einen elastischen, aufnahmefähigen Boden besitzt, setzt dann den Druckmodel auf, der in feinen erhabenen geschnittenen Zeichnungen die Farbe aufnimmt. Man überträgt den Model auf die zu bedruckende Ware, indem man ihn mit leichtem Drucke der Hand auf das Gewebe preßt, wobei sich die farbige Zeichnung des Modells auf der Ware abdruckt. Ist der Model sehr groß, so verwendet man beim Abdrucken einen leichten Hammer mit kurzem Stiel, indem man mit demselben mehrere leichte Schläge an verschiedenen Stellen des Modells ausübt. Am Model selbst sind gewöhnlich vier Rapportstifte angebracht, welche mitdrucken und welche es ermöglichen, daß der Drucker beim nächsten Abdrucken das schon abgedruckte Muster nicht überdruckt oder einen ungedruckten Zwischenraum läßt. Zwischen jedem Abdrucke des Modells wird derselbe mit frischer Farbe beladen.

Bei mehrfarbigem Druck wird zuerst das Grundmuster gedruckt, getrocknet, und dann erst werden die verschiedenen Begleitfarben nacheinander eingepaßt, wobei man nach jeder Farbe die Ware erst trocknen läßt, damit sich die Farben nicht verschmieren oder auf dem noch feuchten Gewebe ausfließen. Alle übrigen Arbeiten, z. B. Fixieren der Farben durch Dämpfen, Waschen u. f. w., werden in ähnlicher Weise ausgeführt wie beim Maschinenruck. — Die Herstellung der Druckmodel heißt *Model- oder Formstecherei* und ist ein Zweig der Holzschneidekunst. Gewöhnlich werden drei zusammen 7–8 cm dicke Holztafeln miteinander verleimt, von denen die oberste Tafel, in welche die Zeichnung ausgeschnitten wird, aus Birnbaumholz besteht. Die beiden andern Tafeln (mit sich kreuzendem Faserverlauf aufeinander gelegt) werden gewöhnlich aus Tannen- oder Lindenholz hergestellt. Feine Linien, kleine Punkte u. dergl., welche im Holze sehr wenig haltbar oder zu mühsam auszuführen sein würden, werden vom Formstecher durch Einschlagen von geraden oder gebogenen Messingblechstreifen oder Stiften aus Messingdraht gebildet; letzterer ist zu diesem Zweck nicht nur von rundem, sondern je nach Bedürfnis von halbmond-, sternförmigem u. f. w. Querschnitt.

A. Singer.

Handdurchschlag, ein Durchschlag (f. d.), der unmittelbar mit der Hand angefaßt und aufgesetzt wird; solche Durchschläge dagegen, die man mit einem Hammer an einem wagerechten hölzernen Stiele hält, werden *Stieldurchschläge* genannt. Da der hölzerne Stiel die Erschütterungen des Durchschlags in ziemlichem Maße in die Hand des Arbeiters leitet, wird der Holzstiel bei Benutzung eines Maschinenhammers durch einen solchen aus Draht ersetzt. *E. Müller-Dresden.*

Handelshafen, f. Flußhafen, Seehäfen.

Handelmühle, kauft Getreide für eigne Rechnung und verkauft die fertigen Mahlprodukte. Die Kunden- oder Lohnmühlen dagegen (meist kleinere Werke oder besondere Abteilungen größerer) vermahlen das einem andern gehörige Getreide, dessen Produkte also Eigentum des Auftraggebers bleiben, während die Mühle ein gewisses Entgelt (Mahllohn) für die geleistete Arbeit erhält (früher in Korn, jetzt fast ausschließlich in Geld).

Arndt.

Handfackel, f. Feuerchutz, Bd. 3, S. 788.

Handfeger, f. Zeichnen, technisches.

Handfeuerlöfcher, f. Feuerchutz, Bd. 3, S. 771.

Handfeuerwaffen, f. Gewehr, Jagdgewehr, Selbstlader.

Handgebläse, gemeinsame Bezeichnung für alle von Hand bewegte Gebläse wie Blasebälge (f. d.), Zylinderbälge u. f. w. (vgl. Gebläse).

Handgriff, 1. Handhabe eines Werkzeuges; 2. f. v. w. Handleiste, Geländergriff, der obere breiterundete Abschluß eines Geländers aus Holz oder Eisen. Bei Brücken und Balkonen wagerecht, steigt er bei Treppen den Stufen entsprechend an. Die gewöhnliche Höhe über Boden oder Trittvorderkante beträgt 0,80 m (f. a. Griff).

Weinbrenner.

Handkämmerei, f. Kammgarnspinnerei.

Handkippkarren, mit einem Kasten versehene zweirädrige Wagen, die für Erdbeförderung zur Bewegung durch zwei bis drei Arbeiter eingerichtet sind.

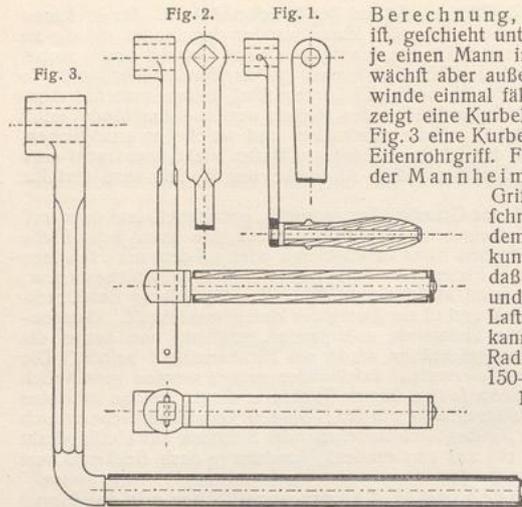
Gewöhnlich sind die Räder 1,1 m hoch. Der Kasten ist in der einen Schwerebene unmittelbar durch die Radachse unterstützt und enthält einen Laderaum für etwa 0,5 cbm lofen Boden. Die Länge des Kastens bestimmt sich in der Weise aus der Radhöhe, daß die aufgekippete Karre mit der Wagerechten einen Winkel von 45° bilden muß. Die Hinterwand ist nach Lösung zweier Haken entfernbar und geschieht das Auskippen durch Anheben der Deichsel, wobei sich der Kasten um die Radachse dreht; f. a. Bodenbeförderung.

L. v. Willmann.

Handkullierstuhl, f. Wirkerei.

Handkurbeln mit Griff für einen oder zwei Mann.

Sie erhalten als einmännische bzw. zweimännische Kurbel eine Griffstärke von 35–50 mm und 300 bzw. 500 mm Länge. Der Griff sitzt drehbar auf einem Dorne von 20–25 bzw. 25–30 mm Stärke. Der Radius der Kurbel oder die Armlänge beträgt 300–400 bzw. bis 450 mm. Der Kurbelarm erhält an der Nabe den rechteckigen Querschnitt 40·15 bis 60·20 oder quadratischen von 30·30 bis 45·45 mm. Die Befestigung erfolgt entweder mit Keil auf dem zylindrischen Wellenende oder mit vorgeschraubter Mutter auf schlankkonischem Wellenende oder mit Vierkant. Die Wellenstärke beträgt je nach der Lagerentfernung 30–40 bzw. 40–50 mm. Die



Berechnung, die nach Annahme der Maße vorzunehmen ist, geschieht unter Voraussetzung einer Kraft von 20 kg für je einen Mann in der Mitte des Griffes. Die Beanspruchung wächst aber außerordentlich, wenn die Last an einer Handwinde einmal fällt und die Kurbel herumfchleudert. Fig. 1 zeigt eine Kurbel von 200 mm Armlänge für nur eine Hand, Fig. 3 eine Kurbel von 400 mm Radius für zwei Mann, mit Eisenrohrgriff. Fig. 2 veranschaulicht die Triumphkurbel der Mannheimer Maschinenfabrik, bei welcher der Griff an dem Arme von quadratischem Querschnitt leicht verschoben werden kann, unter dem Betriebsdruck aber sowie unter der Wirkung des Eigengewichtes sich festklemmt, so daß man bei leichter Last mit kurzer Armlänge und erhöhter Umdrehungszahl, bei schwerer Last mit der äußersten Griffstellung kurbeln kann; sie kostet je nach der Stärke für einen Radius von

150—300	155—350	175—400	180—420 mm
15	16—17	22—28	29—35 M.

Die Aufstellung erfolgt so, daß die Welle möglichst 1 m über Fußboden liegt. Zwei Kurbeln auf einer Welle verlegt man gern um 120 oder 135° statt 180°. Der tangential Betriebsdruck eines Arbeiters wird zu 10 bis

15 kg, vorübergehend zu 20 kg, angenommen, beim Zusammenarbeiten mehrerer Arbeiter etwas kleiner. Die Griffgeschwindigkeit beträgt etwa 0,8 m/sec. An Milchzentrifugen wird die richtige Geschwindigkeit am besten eingehalten, wenn die Handkurbel gerade 40 Umdrehungen in 1 Minute macht. *Lindner.*

Handlaternen für Signalzwecke werden im Eisenbahnbetriebe sowohl zur Abgabe von Bahnzustandsignalen (f. d.) als auch von Rangiersignalen (f. d.) verwendet. *Köchy.*

Handleifte, der in der Regel aus Holz oder Eisen hergestellte Holm eines Geländers, oben abgerundet und zum Greifen mit der Hand bestimmt. Im Handel bestehen unter dem Namen „Handleifteneisen“ besondere Walzeisen für derartige Holme, die in Längen von 4—12 m geliefert werden und bestimmte normale Abmessungen besitzen (f. Handgriff und Normalprofile). *Weinbrenner.*

Handmilchschleuder, f. Molkerei.

Handnaht, f. Nähmaschinen.

Handpapier, auch Büttenspapier, geschöpftes Papier, ist das durch Handarbeit, und zwar durch das Schöpfen aus der Bütte erzeugte Papier, das sich gewöhnlich durch höhere Festigkeit aus- und durch unregelmäßige, nicht geradlinige Ränder kennzeichnet. Jetzt wird ein ähnliches Papier durch die sogenannte Rahmenformmaschine hergestellt. Das Handpapier wird stets in der Größe eines Bogens verschiedener Dimensionen erzeugt; f. Papierfabrikation. *Kraft.*

Handpressen, in den keramischen Industrien von Hand betätigte Maschinen, durch welche die Tonmasse oder roh geformte Waren, z. B. Tonblätter, in die gewünschte Gestalt umgeformt werden. Diese Pressen werden hauptsächlich zum Nachpressen von feuerfesten Steinen, Verblendziegeln und zum Formen von Dachziegeln (Falzziegeln) und Drainröhren benutzt; f. Ziegelmachines. *Dümmler.*

Handpressen, jene Druckmaschinen, bei denen jeder vorzunehmende Abdruck von seiten der bedienenden Person eine Reihe von Manipulationen erfordert, wie z. B. das Einfärben der Form, das Ein- und Ausfahren der Formenplatte, das Auflegen der Zwischenlage u. f. w.

Es wird also auch selbst dann von Handpressen gesprochen, wenn derartige Apparate motorisch, z. B. bei der Banknotenherstellung, betrieben werden. Ueber die einzelnen Konstruktionen f. Buchdruck-, Kupferdruck-, Lichtdruck- und Steindruckmaschinen. *A. W. Unger.*

Handprobe, f. Proben, technologische; Handprobe im Bergbau, eine Art der Prüfung eines Förderseiles (f. d.) auf Drahtbrüche.

Handpumpe auf Schiffen, f. Drainageeinrichtung und Schiffspumpen.

Handräder für kurze Verdrehungen von Steuerwellen, Ventilspindeln u. dergl. Sie sind bequemer zu fassen als Kurbeln, erhalten aber noch einen kurzen Kurbelgriff, wenn öfter viele Umdrehungen zu machen sind; f. Bd. 1, S. 407, Fig. 2. *Lindner.*

Handriegel, Verschlussvorrichtungen, zum Feststellen einzelner Tür- und Fensterflügel, und zwar ist bei den Türen zu berücksichtigen, daß dieselben hauptsächlich einen sicheren, bei den Fenstern überdies einen dichten Verschluss bewirken sollen [1]. Da hier die Unterlage gewöhnlich Holz ist, so erfolgt die Befestigung durchschnittlich mittels Holzschrauben oder durch Aufnageln, und zwar werden die Riegel entweder nur aufgesetzt oder bündig in das Holz eingelassen [2].

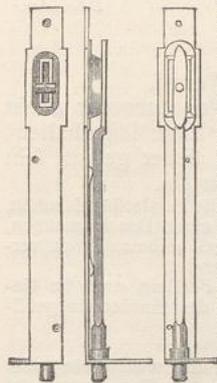


Fig. 2.

Der einfache Schub- oder Schiebriegel, je nach der Ausmessung als Kurz- oder Langriegel unterschieden, endigt einerseits mit einem Griff (Knopf), andererseits in einem Schließkloben, bewegt sich auf dem Schließblech, zeigt häufig zur Begrenzung der Bewegung Nasen und wird vielfach gekröpft ausgeführt. Bei Riegel in lotrechter Lage wird zwischen Riegel und Unterlage eine Blatt- oder Schleppfeder angebracht, um ein selbsttätiges Ausrücken zu verhindern. Der fogenannte amerikanische Schubriegel (Fig. 1) mit runder Stange gibt eine gute Sicherung als Nachriegel. Als Ober- und Unterriegel angewendet, wird durch Einklinkungen in der Rütteln unbeabsichtigt herabfallen kann [3]. Werden die Riegel nicht auf die breite Seite des Rahmenholzes, sondern an die Kante gefetzt, so nennt man dieselben Kantenriegel, welche meistens eingelassen werden, so daß von außen nur die Riegelplatte, der Riegelgriff und der Riegelkopf sichtbar ist (Fig. 2). Beim Schließen greift der Riegelkopf in ein entsprechendes Schließblech ein und eine Blattfeder hält den Riegel in seiner Lage. Der Spenglerische Exaktficherheitskantenriegel (Spengler, Berlin S., Alte Jakobstraße) ist dahin abgeändert, daß der Riegelgriff in die Platte zurückgeklappt werden kann, wodurch verhindert wird, ein Schließen des gangbaren Türflügels früher zu bewirken, bevor der Kantenriegel geschlossen ist. Gewöhnlich werden zwei Riegel angewendet, wenn nicht, wie bei manchen Möbeln, ein Drehfangen- oder Espagnolettenverschluss (f. d.) gebraucht wird.

Literatur: [1] Lüdcke, Praktisches Handbuch für Kunst-, Bau- und Maschinenchloffer, 2. Aufl., Weimar 1892. — [2] Krauth u. Meyer, Das Schlofferbuch, Leipzig 1891. — [3] Baukunde des Architekten, Bd. 1, 2. Teil, Berlin 1891. — Hoch, Technologie der Schlofferei, 1. Teil, Leipzig 1899; Derf., Der praktische Schloffer, Leipzig 1905/06.

J. Hoch.

Handriß, die bei Vermessungen (besonders bei Stückvermessungen) geführten Handzeichnungen über die Aufnahme.

Grundbedingung für die Führung der Handriße ist, daß dieselben so deutlich, übersichtlich und korrekt in bezug auf Zeichnung, Zahlen und Schrift sind, daß jeder Sachverständige dieselben sicher und unzweideutig lesen kann. Bei amtlichen Vermessungen sind für die Führung der Handriße, die Art der Ausführung, Signaturen, Aufschriften, Papier, Format u. f. w. seitens der Behörden bestimmte Vorschriften erlassen, welche in den betreffenden amtlichen Vermessungsanweisungen enthalten sind. Für die preußischen Vermessungen ist maßgebend: „Bestimmungen über die Anwendung gleichmäßiger Signaturen für topographische und geometrische Karten, Pläne und Risse“ (Berlin). Da die Handriße die wichtigsten Vermessungsakten sind, werden dieselben häufig des vielfachen Gebrauches wegen, sowie um sie vor Verbrauch und Verlust zu schützen, durch Druck vervielfältigt; vgl. a. Stückvermessung.

Reinhertz.

Handfackel, f. Herdarbeit.

Handfcheidung, f. Aufbereitung (trockene).

Handschrauben sind zum Drehen von Hand mit Griffen versehen.

Zum Beispiel an hölzernen Schraubzwingen mit rundem oder achtkantigem Griff, an eisernen Schrauben mit flachem Griff, ähnlich den Flügelmuttern, oder mit Knebel (Querstab) oder Griffgrad; f. Bd. 1, S. 401, Fig. 2.

Lindner.

Handschütze, f. Weberei.

Handseparat, f. Molkerei.

Handsignale, Eisenbahnsignale, welche bei Nacht mit Handlaternen, bei Tage mit beliebigen andern Gegenständen von Hand gegeben werden; f. Bahnzustandsignale, Rangierensignale, Zugensignale.

Köchy.

Handspake, langes, vierkantiges Holz mit eisernem Schuh zur Kraftübertragung durch Hebelwirkung.

Handspitzen, f. Spitzen.

Handspritze, f. Feuerchutz, Bd. 3, S. 771.

Handsteuerung, Vorrichtung zum Legen des Schiffsruders mit der Hand, im Gegensatz zur Dampfsteuerung, f. Ruder und Dampfsteuerapparate.

Handstrich, in der Ziegelfabrikation (f. d.) die Herstellung von Ziegelfsteinen mit der Hand in fogenannten Streichformen.

Diese letzteren sind meistens einzeln, feltener zu zwei oder mehr in einem Rahmen vereinigt. In die Streichform wirft der Ziegelfreicher einen für die Ausfüllung der Form ausreichenden Tonballen kräftig hinein und streicht mit einem Streicheisen das überflüssige Material ab. Beim Streichen der Ziegel werden die Formen zwecks leichten Ablöfens der Ziegel aus denselben vor jedesmaligem Gebrauch bewässert oder befandet. Das Streichen geschieht auf einem Tische (Streichtisch), auf dem sich außer der zu füllenden Form und der zur Füllung dienenden Rohmasse ein Trog mit Wasser oder Sand zur Bewässerung bezw. Befandung der Formen befindet.

Dümmler.

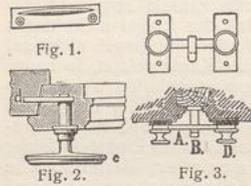
Handstrumpftuhl, f. Wirkerei.

Handstuhl, f. Weberei.

Handvergoldung, f. Goldpressung; vgl. Buchbinderei.

Handverchlüsse haben die Aufgabe, Türen und Fenster entweder allein oder in Verbindung mit den Schlössern in einer bestimmten Lage festzuhalten; sie müssen eine leichte Handhabung zulassen, einfach und sicher gebaut sein und Widerstandsfähigkeit gegen „Werfen“ des Holzes besitzen [1].

Bei dem Fensterverchluß genügt es nicht, wenn derselbe einfach die Fensterflügel zuhält, sondern er muß auf die Fensterrahmen winkelrecht zu der Glasfläche einen Druck ausüben, welcher das feste Zuklemmen der Fensterflügel herbeizuführen vermag [2]. Als Fensterverchlüsse werden verwendet:



1. Der Haken, nur bei untergeordneten Fenstern noch im Gebrauch, oder als Sturmstange zum Festhalten des Fensters in geöffnetem Zustande;

2. Handriegel (f. d.);

3. Vor- und Einreiber sowie Ruderverchluß, welche ein- oder zweiarmige Hebel sind und nicht bei hohen Fenstern verwendet werden sollen, wie auch dann nicht, wenn die Länge der Rahmenhölzer ein Verziehen und Undichtwerden befürchten lassen [3]. — Um bei den einfachen und doppelten Vorreibern einen besseren „Anzug“ zu erzielen, wird die Gleitfläche mit Reibblechen (Fig. 1) beschlagen, während zum Aufziehen Knöpfe dienen [4]. Der Einreiber (Fig. 2) ist ein Zungenverchluß, bei welchem nur der Griff, meistens als Olive ausgebildet, sichtbar ist, an deren Stelle bei felten zu öffnendem Fenster auch ein Ein- oder Aufsteckchlüssel mit verenktem Dorn treten kann. Der französische Ruderverchluß, richtiger Ueberwurf genannt (Fig. 3), ist ein einarmiger Hebel mit dem Drehpunkt *D* und dem Knopf *A* zum Anfaßen, während durch den an den Pfosten angeschraubten Schließhaken *B* der Verchluß bewirkt wird.

4. Stangenverchluß (f. Espagnolettenverchluß, Bd. 3, S. 511), welcher bei Flügeln mit größeren Ausmessungen zur Anwendung kommt, und zwar in verschiedener Ausführung, je nachdem ein fester Mittelpfosten vorhanden ist oder nicht. Hierher gehören auch die Triebstangenverchlüsse, welche eigentlich nichts anderes sind als Riegel, deren Bewegung durch einen Schwengel mit Zähnen oder einen Drehgriff oder auf sonst irgendeine besondere Art bewirkt wird. — Als Türverchlüsse könnten auch dieselben Verchlüsse wie bei den Fenstern Verwendung finden, doch müssen wegen der notwendigen Sicherheit fast immer Schließhaken hinzutreten, weshalb diese Verchlußvorrichtungen nur bei der Feststellung des ersten Flügels einer Doppeltür verwendet werden. Bei den Türen sind die Haken unter dem Namen Schließstangen in Gebrauch, welche nicht nur zur Befestigung, sondern häufig auch zur Entlastung der Riegel dienen.

Literatur: [1] Lüdicke, Handbuch für Kunst-, Bau- und Maschinenchloffer, 2. Aufl., Weimar 1892. — [2] Jeep, Die Baufchlofferei, 1.—3. Heft, Leipzig 1876. — [3] Fink, F., Der Baufchlofferei, 3. Aufl., Berlin 1880. — [4] Baukunde des Architekten, Bd. 1, 2. Teil, Berlin 1891; Hoch, Technologie d. Schlofferei, 1. Teil, Leipzig 1899; ders., Der prakt. Schlofferei, Leipzig 1901. *J. Hoch.*

Handwalzen, f. Straßenwalzen.

Handwerk (Geweck), diejenige menschliche Tätigkeit, die mit Hilfe der Hand und einfacher Werkzeuge Rohprodukte so bearbeitet, daß sie zum Gebrauche dienen können.

Im Altertum von Sklaven ausgeübt, im Mittelalter von den Bürgern, führte der Erhaltungstrieb der letzteren zur Vereinigung der gleichartigen Gewerke, zu den Innungen oder Zünften, innerhalb welcher die selbständigen Handwerker als Meister, deren Gehilfen als Gefellen und Lehrlinge bezeichnet wurden. Die im Laufe der Zeit erworbenen Privilegien führten zu manchen Mißbräuchen und schließlich zur Auflösung der Gewerke und zur Gewerbefreiheit; den schädlichen Wirkungen dieser Maßregel zu begegnen, entsprechen in neuester Zeit mannigfache Vorschläge der Regierungen und der Handwerkerkreise. Vgl. Gewerbeordnung. *Weinbrenner.*

Handwirkstuhl, f. Wirkerei.

Handzirkel, f. Reißzeug, Meßwerkzeuge.

Hanf, f. Spinnfasern.

Hanfleinwand (Hanftuch), aus Hanfgarn hergestelltes Gewebe, fester, jedoch auch härter und schwerer als leinene Gewebe von gleicher Feinheit. Hanftuch wird besonders in der Schweiz und in Frankreich zu ordinären Bettzeugen benutzt.

E. Müller-Dresden.

Hanföl, das Oel aus dem Samen von *Cannabis sativa L.*, besitzt einen

ziemlich starken Geruch und einen faden Geschmack, ist frisch hellgrün oder grünlichgelb, wird aber mit der Zeit braungelb.

Es wird bei -15°C . dick und bei -27°C . fest. Spez. Gew. bei 15°C . 0,925—0,931, Schmelzpunkt der Fettsäuren nach Hübl 19°C ., der Erstarrungspunkt 15°C . Verfeinungswert des Oeles nach Valenta 193,1, Jodzahl nach Hübl 143, Jodzahl der Fettsäuren nach Morawski und Demski 122,2—125,2. Hanföl ist in 30 Teilen kalten Alkohols löslich, in kochendem in jedem Verhältnis. Eine Lösung in 12 Teilen kochenden Alkohols scheidet beim Erkalten Stearin aus. Es ist stark trocknend und enthält neben den Triglyzeriden der Stearin- und Palmitinsäure hauptsächlich Linolsäure neben wenig Linolen- und Iolinolenäure (Bauer, Hazura, Grübner) [1].

Hanföl fand früher vielfach zur Fabrikation von Schmierseife Verwendung; Seifen daraus haben eine dunkelgrüne Farbe. Heute sind die meisten grünen Schmierseifen des Handels mit Indigo gefärbte Leinölseifen. Hanföl wird hauptsächlich in den russischen Ostseeprovinzen gewonnen [2].

Literatur: [1] Monatschr. für Chemie 1886, 7, S. 216; Zeitschr. f. angew. Chemie 1888, S. 312. — [2] Schaedler, Technologie der Fette, 2. Aufl., Leipzig 1892; Deite, Handbuch der Seifenfabrikation, 3. Aufl., Berlin 1906.

Hanfseile finden im Maschinenbau Verwendung als Aufzugseile für Hebezeuge und als Treibseile zum Hanfseiltrieb (f. d.). Außer den Rundseilen kommen Quadrat-, Dreikant- und Flachseile vor.

Sie bestehen aus badischem Schleißhanf oder aus Manilahanf, der feifer, gegen Feuchtigkeit widerstandsfähiger und heller ist, oder aus russischem Reinhanf von geringerer Güte und grauer Farbe. Manilaseile eignen sich für Triebe im Freien und für Hauptantriebe mit großen Scheiben. Mit Teer warmgetränkte Seile benutzt man wegen ihrer Unempfindlichkeit gegen Nässe hauptsächlich im Schiffsverkehr. Treibseile dagegen werden mit Seifett aus Talg und Graphit getränkt und monatlich damit eingefschmiert.

Die Zugfestigkeit neuer Seile beträgt 700—900 kg/qcm, bei alten Seilen nur die Hälfte. Der Elastizitätsmodul schwankt um 6500 kg/qcm für badischen Schleißhanf und um 5000 für Manilahanf. Das Einheitsgewicht, abhängig von der Drehung und dem Feuchtigkeitszustande, nimmt mit wachsender Seildicke ab; die Beziehung dieser Zahl 1—0,9 zu dem spez. Gew. 1,5 von Hanf gibt das Verhältnis des wirklichen Stoffquerschnittes zum Seilquerschnitt an.

Rundseile bestehen aus drei oder vier Litzen. Zu ihrer Herstellung werden viele rechtsgängig gesponnene Garne in ringförmigen Lagen linksgängig zu Litzen gefeilt und diese rechtsgängig mit nahezu 45° Steigung zu dreilitzigen Seilen oder mit Einlage einer schwachen Hanfseile zu vierlitzigen Seilen fest zusammengedreht. Lose gefchlagene Seile sind leichter, biegsamer, aber weniger dauerhaft. Man mißt den Umfang u eines Seiles und bezeichnet $d = u/\pi$ als seinen Durchmesser, $\pi d^2/4$ als Querschnitt. Bei der Belastung strecken sich die Seile und drehen sich bis zu gewissem Grade auf, soweit sie daran nicht etwa verhindert sind, kehren aber nach der Entlastung wieder zurück.

Runde Aufzugseile in Stärken von 15—60 mm:

	spez. Gew.	Preis	Zugfestigkeit	Zuläss. Spannung
aus badischem Schleißhanf	ungeeert 1—0,9	1,40 \mathcal{M} pro 1 kg	900 kg/qcm	110 kg/qcm
	geeert 1,1—1	1,30 " " 1 "	800 " "	100 " "
aus russischem Reinhanf	ungeeert 1—0,9	1,10 " " 1 "	800 " "	100 " "
	geeert 1,1—1	1,05 " " 1 "	700 " "	85 " "

Die Seilstärke $d = 3,5\sqrt{Q}$ für Q t für Scheiben mit $D = 10 d$ entspricht 100 kg/qcm Zugspannung; für $D = 7 d$ ist $d = 4\sqrt{Q}$ t zu rechnen; z. B. $d = 3,5$ cm oder 4 cm für 1 t = 1000 kg.

Treibseile in Stärken von 25—55 cm:

	spez. Gew.	Preis
aus badischem Schleißhanf	fest geschlagen 1,05—0,95	1,60 \mathcal{M} pro 1 kg
	lose " 1,0—0,90	1,60 " " 1 "
aus Manilahanf	fest " 0,95—0,85	1,60 " " 1 "
	lose " 0,90—0,80	1,60 " " 1 "

Die zulässige Spannung der Transmissionsseile, berechnet für die doppelte Umfangskraft, beträgt 10—15 kg/qcm bei Scheiben von $D = 30 d$ —50 d . Die üblichen Seile von $d = 50$ mm Stärke aus Schleißhanf, fest geschlagen, haben ein Gewicht von 1,9 kg/m und kosten 3 \mathcal{M} /m.

Quadratseile werden aus acht Litzen durch Flechten hergestellt. Sie sind biegsamer als Rundseile und drehen sich nicht unter der Belastung. Fig. 1 zeigt den Querschnitt; die Diagonalansicht Fig. 2 soll anzeigen, daß vier linksgedrehte Litzen mit vier rechtsgedrehten Litzen über Kreuz verflochten sind. Die zur Herstellung benutzten Flechtmaschinen haben besondere Einrichtungen zur Erzielung gleichmäßiger Spannung der Litzen und zur Vermeidung ihrer Verdrehung, D.R.P. Nr. 67 635 von Bek in Mannheim. Um die Streckung im Betriebe zu mindern, werden die Seile in der Fabrik ausgereckt und bleiben bis zum Gebrauch auf Trommeln gewickelt. Der Querschnitt eines Seiles von a cm Dicke beträgt $0,85 a^2$, das spez. Gew. 1—0,95.



Fig. 1.



Fig. 2.

Hinsichtlich der Belastung, der Rillenform und des Preises gilt ein Quadratseil gleichwertig einem um 5 mm dickeren Rundseil. Ist die Scheibengröße beschränkt, so darf man mit D auf 15 a für $a = 25$ mm bis 25 a für

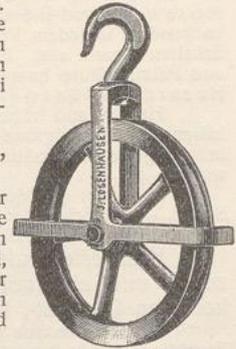
55 mm heruntergehen. Spleißungen auf 5 m Länge lassen sich ohne Verdickung ausführen; beim Zusammenlegen der Enden ist eine Verdrehung des Seiles zu vermeiden. [Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1898, S. 373.]

Dreikantseile werden aus sechs Litzen geflochten. Sie haben 35–50 mm Stärke, 0,75 d^2 Querschnitt und 1–0,9 Einheitsgewicht. Sie legen sich gut in Rillen von 45° nach Fig. 1 und sind so biegsam, daß man bis auf $D = 18 d$ herabgehen kann.

Flache Seile aus Manilahanf, geteert, finden als Förderseile an Nebenschächten Verwendung und wickeln sich auf Bobinen von 50–80facher Seildicke. Sie haben 30–60 mm Dicke und 100–200 mm Breite bei vier Litzen, 150–300 mm bei sechs und 200–400 mm bei acht Litzen. Einheitsgewicht 1, Zugfestigkeit 900 und zulässige Spannung 100 kg/qcm; Preis 1,30 \mathcal{M} . pro 1 kg; f. a. Gurte. Lindner.

Hanfseilrollen für Hebezeuge erhalten eine halbrunde, glatt ausgedrehte Rille.

Der Durchmesser für ein Seil von der Stärke d beträgt in der Regel 6–7 d für schwache Seile von 10 mm, 6–12 d für mittlere Seile von 25 mm, 10–15 d für starke Seile von 38 mm. Die Rollen sitzen meist lose auf Bolzen, die nach Art der Gabelzapfen zu berechnen sind, mit 25–60 kg/qcm Flächendruck je nach der Häufigkeit oder der Dauer der Beanspruchung. Baurollen mit schmiedeisernem Bügel und Haken nach Figur kosten 3–4 \mathcal{M} . für 10-mm-Seil, 5–10 \mathcal{M} . für 25-mm-Seil und 15–20 \mathcal{M} . für 38-mm-Seil. Lindner.



Hanfseilscheiben für Treibseile enthalten im Kranze die erforderliche Anzahl von keilförmigen, glatt ausgedrehten Rillen (Fig. 1).

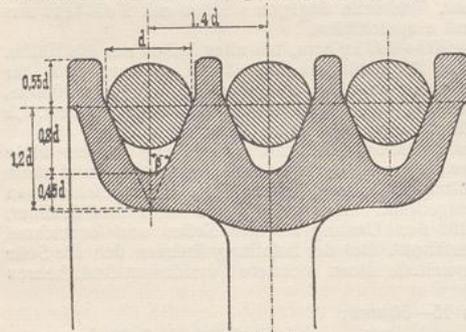


Fig. 1.

Der halbe Keilwinkel der Rille beträgt $\text{tg } \beta = \frac{1}{2} d : 1,2 d = 0,416$ und der ganze Rillenwinkel $2\beta = 45^\circ$. Leitrollen erhalten eine runde, dem Seildurchmesser d reichlich angepaßte Rille. Für Quadratseile gibt man auch Rillen von 75° und an Leitrollen von 80° . Den Durchmesser D der Scheiben nimmt man 40 d bis 50 d , mindestens aber 30 d . Schmale Scheiben mit weniger als 5–6 Rillen erhalten elliptische Arme, breitere Scheiben runde hohle Arme und Scheiben mit über 7–10 Rillen zwei Armeysteme mit elliptischen Armen. Ueber ihre Berechnung s. Radarme. Die Gußform einer geteilten, aufzuspriegenden Scheibe von 1400 mm Durchmesser verdeutlicht Fig. 2, in der die Ziffern die Arbeitsfolge angeben: Auf horizontal gegebnetem Grunde 1 wird ein gußeiserner Ring mit vier Lappen zwischen Pfählen zentriert.

Darauf ruht die äußere Form 2, die mit Schablone in Lehm ausgedreht und danach mit dem Ringe zum Trocknen ausgehoben wird. Eine Sandform (links gezeichnet) 3, die bis zur Mittelebene der Seilscheibe nach Maßgabe der

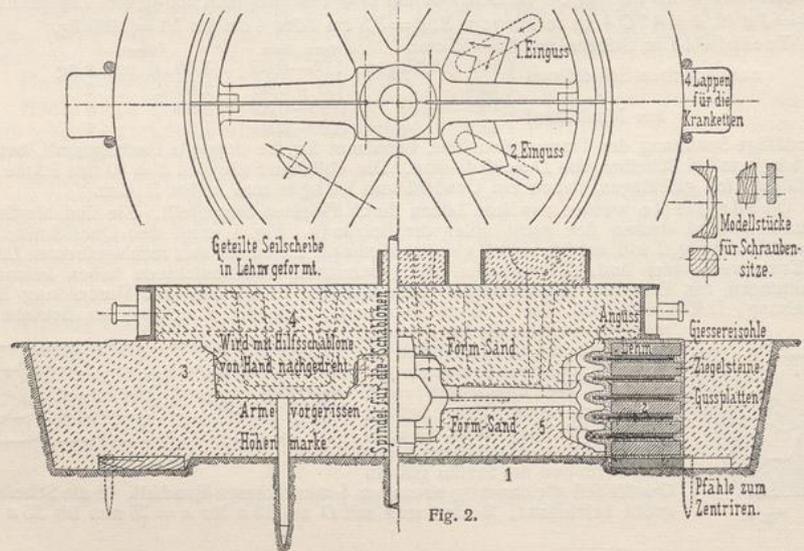


Fig. 2.

Höhenmarke hergefellt wird, dient als Modell für die im Oberkasten hängende Form 4. An dieser werden nach dem Ausheben die inneren Wulfringe des Kranzes mit Hilfschablone von Hand ausgefacht. Von der Sandmaße 3 bleibt nur der Teil 5 (rechts gezeichnet) stehen. Die Lage der Arme wird in die Oberfläche der Form 3 eingezeichnet und somit auf 4 übertragen. Mit Linealen und Schablonen werden die Formen der Arme ausgearbeitet (f. Riemfcheiben). Die Nabe wird mit Schablone aus 3 herausgedreht und unter Einpassen der Modellstücke für die Schraubenfitze fertig ausgebildet, während sie in dem Oberkasten nach der Form 3 entleert. Die ganze Gußform wird (nach dem erforderlichen Putzen, Trocknen und Schwärzen), wie rechts gezeichnet, zusammengestellt. Der Guß erfolgt gleichzeitig aus zwei Pfannen in beide Hälften, wie der Grundriß zeigt. Der horizontale Kanal des Eingusses liegt abgesetzt teils im Ober-, teils im Unterkasten, um Schlacke und Schaum noch unmittelbar vor der Form abzufangen.

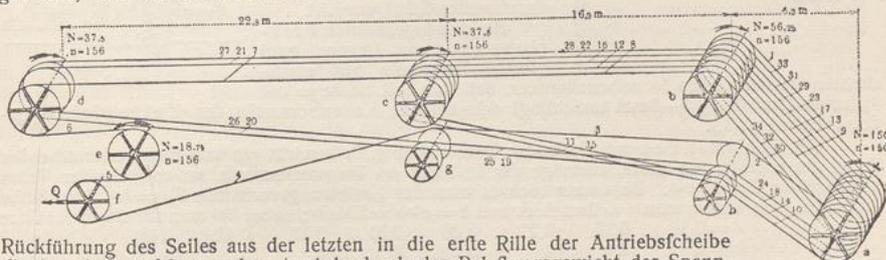
Das Gewicht einer fertigen ungeteilten Seilscheibe von D m Durchmesser für d mm Seilstärke mit i Rillen beträgt $(1,6 \sim 2,4) (D - 0,4) d (i + 1)$ kg; der Preis $D d (i + 1)$ M., z. B. 1000 kg zu 600 M. für $D = 2,4$; $d = 50$ und $i = 4$. Scheiben über 2,8 m Durchmesser werden in Rücksicht auf den Transport geteilt, mitunter auch die kleineren, und kosten dann 20–10% mehr bei 15–10% Mehrgewicht. Seilscheiben mit schwerem Kranz, als Schwungräder (f. Bd. 2, S. 599, Fig. 1 und 3), kosten für je 100 kg Mehrgewicht ca. 20 M. mehr als gleich große gewöhnliche Seilscheiben.

Lindner.

Hanffeiltrieb wird an Stelle des Riemetriebes benutzt: bei großen Kräften, z. B. bei Hauptantrieben von über 200–300 PS., ferner bei Verteilung der Kraft auf mehrere Wellenfränge, insbesondere auf die Wellen verschiedener Stockwerke; bei Uebertragungen im Freien (mittels geteeter Manilahanfseile). Gegenüber dem Drahtseiltrieb beschränkt sich der Hanffeiltrieb auf geringere Uebertragungsweiten. Er ist für 5–25 m Wellenabstand anwendbar. Nach der Uebertragungskraft richtet sich die Anzahl der Seile, die nebeneinander in einzelnen Rillen über die Scheiben laufen.

Auch gekreuzte Seiltriebe lassen sich anwenden, erfordern aber Scheiben mit besonderer Teilung der Breite nach, weil bei mehreren Seilen je zwei straffe und zwei lose Stränge abwechselnd nebeneinander laufen. Auch Wellenfränge, die im Winkel zueinander liegen, lassen sich mit Seilen unter Benutzung von Leitrollen betreiben. Wenn ein Seil in verschiedenen Richtungen über die Scheiben gebogen wird, ist es weniger dauerhaft als bei nur einseitiger Biegung. Zur guten Erhaltung der Hanfseile trägt das wiederholte Einfetten wesentlich bei.

An Stelle der vielen für die Scheibenentfernung abgepaßten und je in sich geschlossenen Seile hat Reuleaux den Kreisfeiltrieb empfohlen. Er schlägt vor, ein endloses Drahtseil über eine Spannrolle und nacheinander über alle anzutreibenden Scheiben mit je halber Umspannung (unter Benutzung von Leitrollen) zu führen, so daß es zuletzt die ganze Kraft der Anlage aufnimmt, indem es zur Treibscheibe zurückkehrt. In geänderter Art führt man den Kreisfeiltrieb mit Hanffeil auf mehrrilligen Scheiben aus. Bei dieser Anordnung läuft ein einziges Seil über sämtliche Scheiben bezw. Rillen, indem es möglichst jedesmal aus der Rille einer anzutreibenden Scheibe auf die treibende Scheibe zurückkehrt und zwar in die nächste Rille derselben übergeht, so daß es die Zugkräfte immer einzeln aufnimmt und abgibt. Die Streckung des Kreisfeiles bis zu 5% seiner Länge, bei Trieben im Freien bis 7%, wird dadurch unschädlich gemacht, daß ein loses Trum über eine verschiebbare Spannrolle geleitet wird, die auch zur



Rückführung des Seiles aus der letzten in die erste Rille der Antriebscheibe dient und dazu schräg gelagert wird; durch das Belastungsgewicht der Spannrolle kann man die Seilspannung im ganzen regeln.

Beispiel: Kreisfeiltrieb von der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-A.-G. für die Ausstellung in Chicago 1893 (f. die Figur): Antriebscheibe a (rechts unten); anzutreibende Wellen b, c, d, e , letztere in anderer Drehrichtung laufend; Leitrollen sind die vielen, nicht auf den halben Umfang umschlungenen Scheiben bei b, c , auch die vorderste Scheibe bei d , ferner die Scheiben bei g und h . Die schräge Rückführung aus der Ebene der hintersten Rille von a in die vorderste erfolgt durch die Spannrolle f (links unten). An dem Spannwagen wirkt ein Seil mit dem Gewicht Q .

Im Einzeltrieb ist jedes Seil mit seinen Enden zu verflechten, wobei man es um 5% seiner Länge zu kurz macht, damit es nach der unvermeidlichen Streckung in der ersten Betriebszeit nicht alsbald zu schlaff wird. Hierin liegt der Nachteil, daß für jedes Seil 3–5 m Seillänge zur Seilverflechtung (f. d.) zuzugeben ist, dazu eine Arbeit von 2–3 Stunden durch einen Monteur verrichtet werden muß, daß die Lager anfänglich sehr stark beansprucht werden, und daß schließlich die Seile nicht gleichmäßig straff bleiben. Der Kreisfeiltrieb hat den Nachteil, daß bei einem Seilbruch der ganze Betrieb stillsteht.

v. Bach nennt den Einzelfeiltrieb, sofern er ohne Spannrolle arbeitet, „Seiltrieb mit Dehnungsspannung“ und den Kreisfeiltrieb „Seiltrieb mit Belastungsspannung“. Manche Seile, nämlich die mit starker Verdrehung der Enden zusammengeflochtenen Seile, drehen sich beständig im Betriebe, während andre sich stets gleichlaufend in die Rillen legen, indem sie sich trapezförmig abflachen und daher etwas tiefer in den Rillen beider Scheiben liegen als die rund bleibenden Seile. Beide Arten können nebeneinander laufen. Wahrscheinlich nutzen sich die rollenden Seile infolge der fortwährenden Aenderung ihrer Biegungsebene und wegen der inneren und äußeren Reibung schneller ab. In einzelnen Fällen hält ein Seil nur 1 Jahr, in andern 8 Jahre.

Zur Berechnung eines Hanfseiltriebes nimmt man die Seilstärke d zu 45 oder 50 mm für Hauptantriebe an, sonst auch 25—55 mm. Die Scheibendurchmesser, die größer als $30d$, womöglich größer als $40-50d$ sein sollen, sind unter Rückficht auf die Umlaufzahlen der Wellen f_0 zu bestimmen, daß die Seilgeschwindigkeit v auf 10—25 m/sec, am besten 15—20 m/sec kommt. Wie bei dem Riemen- und Drahtfeilbetrieb kann man auch hier annehmen, daß die Kraft T im straffen Trum doppelt so groß als die zu übertragende Umfangskraft ist, $T=2P=2 \cdot 75 N/v$. Für die Kraft T hat man $s=10-15$ kg/qcm als zulässige Zugspannung für den Seilquerschnitt von $\pi d^2/4$ qcm zu rechnen. Die erforderliche Anzahl z der Seile ergibt sich hiermit aus $z s \pi d^2/4 = 2P$ oder $P=(4 \text{ bis } 6) d^2 z$. Bei Einzelfeiltrieben empfiehlt es sich, in jedem Falle ein Seil zu der berechneten Zahl z zuzugeben. Für ein einzelnes Seil gelten beispielsweise folgende Werte:

Seildurchmesser	$d = 25$	30	35	40	45	50	55	60	mm
Seilquerschnitt	$\pi d^2/4 = 4,9$	7,1	9,6	12,6	15,9	19,6	23,8	28,3	qcm
Übertragene Umfangskraft	$P = 25$	35	50	75	100	125	160	200	kg
Wenn z. B.									
der Scheibendurchmesser	$D = 0,75$	1	1,25	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	m
und die Umlaufzahl	$n = 250$	230	215	200	190	180	170	150	p. Min.
fo ist									
die Seilgeschwindigkeit	$v = 10$	12	14	16	18	20	22	24	m/sec
und die Leistung	$N = 3$	6	10	16	24	33	45	60	PS.

Lindner.

Hanfseiltrommeln wickeln das mit dem Ende befestigte Seil in ein- oder mehrfachen Lagen auf (Fig. 1) oder ziehen durch die Reibung der Umschlingung das Seil an, während das Ende gleichzeitig abläuft (Fig. 2).

Windentrommeln erhalten glatten Umfang, auf den sich das Hanfseil in dichten Lagen aufwickelt, wenn die Ablenkung zur Seite nicht größer als der Steigungswinkel der Schraubenslinie ist. Das Seilende wird an einem eingegoffenen oder angeschraubten Bügel festgechlingen und stets mit einigen Windungen auf der Trommel behalten (Fig. 1). Für Q t Seilzug erhält das Hanfseil $d=3,6\sqrt{Q}$ cm Stärke und die Trommel $D=d+10$ cm Durchmesser, so daß der

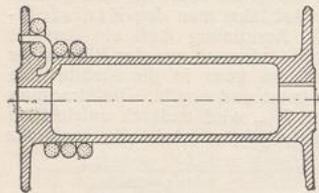


Fig. 1.

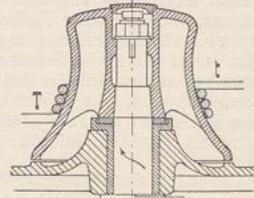


Fig. 2.

drehten flachen Rillen so nebeneinander, daß das Seil beide je mit $\frac{1}{2}$ facher Umfassung 5—8mal umschlingt wie bei den Kettentrommeln der Kettenschleppschiffahrt (s. d.).

An Spillwinden mit stehender Trommel (Fig. 2) bewirkt ein von Hand auszubehender Zug t am ablaufenden Ende, vermöge der Reibung am Trommelumfang, im auflaufenden Trum den Seilzug $T=t \cdot e^{\mu a}$. Bequemer rechnet man das Umsetzungsverhältnis $T/t = k^u$, für u fache Umschlingung, indem man $a=2\pi u$ setzt und $k=e^{2\pi\mu} = 535,5^\mu$; dabei hat man für die Reibziffer:

$\mu = 0,10$	0,17	0,22	0,26	0,31	0,37	0,43	0,48
$k = 2$	3	4	5	7	10	15	20

Zum Beispiel ist für $\mu = 0,26$, also $k = 5$, bei $u = 3$ facher Umschlingung $T/t = 5^3 = 125$, so daß mit $t = 8$ kg der Seilzug $T = 1000$ kg erzielt wird.

Lindner.

Hanfspinnerei. Die Befchaffenheit der Hanffafer ist jener der Flachsafer so nahegehend, daß die Behandlung und Verarbeitung derselben naturgemäß auch eine ähnliche sein muß. Ebenso ist die Hanfröste jener des Flachses entsprechend. Die Brecherei wird auf dieselbe Art, aber mehr mit Handbrechen ausgeführt, da der Hanfbau und die Verarbeitung des Hanfes noch mehr in Händen bäuerlicher Produzenten liegt. Große Hanfproduzenten und -spinner benutzen die maschinellen Einrichtungen, die unter Flachs angeführt sind. Das Schwingen des Hanfes unterbleibt vielfach. Dagegen tritt bei der Hanfbearbeitung eine andre Maschine in Verwendung, die Hanfreibe oder Reibmühle zum Erweichen des Hanfes.

Es ist dies ein ca. 3 m Durchmesser haltendes, trommelartiges Podium, dessen Oberfläche oder Bett aus hartem Holzpflaster besteht. In der Mitte desselben befindet sich eine drehbare Säule oder aufrecht stehende Welle, welche wie zwei Arme oder wie ein Kreuz eine Querwelle hat, auf welcher sich zwei Konuseisen oder -seile, auch Birnen genannt, befinden; diese sind 1000—1500 kg schwer und lagern auf dem Bett des Podiums. Die Säule resp. Welle wird durch Zahnradgetriebe in Bewegung gesetzt und drehen sich mit ihr die Querwelle oder Arme und somit die darauf angebrachten Kegel um sich selbst und beschreiben einen Kreis auf dem Podiumbette. Auf diesem Bett wird die Hanffaser aufgelegt und so von den zirkulierenden Birnen gedrückt und erweicht.

Das Hecheln des Hanfes geschieht wie bei dem Flachs auf Hand- und Maschinenhecheln. Es entsteht also auch hier Hechelhanf und Hanfwerg; die Hanffinnerei scheidet sich demgemäß — analog der Flachspinnerei — in das Verspinnen von Hechelhanf und in das Verspinnen von Hanfwerg. Der Hechelhanf wird verwendet zu Gefpinsten, Bindfäden, Seilen, Tauen; das beim Hecheln abfallende Hanfwerg (Hanfhede) liefert das Material zu Gurten, Bindfäden und Stricken, das feinere auch zu ordinärem Garn. Gegenwärtig wird in Europa der meiste Hanf in Rußland erzeugt; er ist grob und stark; feiner sind die in Süddeutschland gewonnenen Hanforten, noch besser die italienischen. 100 kg gerotteter und getrockneter Stengel geben gewöhnlich nahe an 30 kg geschwungenen Hanf, was 9—12% vom Gewichte der grünen Stengel ausmacht. — Aus 100 kg gebrochenem und geschwungenem Hanf erhält man beim Hecheln 44—68 kg reinen Spinnhanf, 1—6 kg unbrauchbaren Abfall an feiner Schäbe und Staub, das übrige als Werg.

Die Verarbeitung des Hanfes zu Bindfäden [1]. Die Länge des Reinhanfes beträgt 1—1,75 m, er wird deshalb auf Schneidmaschinen in 2—5 gleichlange Teile zerrissen (gestoßen). Die Wurzelenden, die Spitz- oder Kopfenden und die Mittelfücke werden gefondert verarbeitet, die ersteren zu größeren, die letzteren zu feineren Garnnummern. Nach dem Schneiden folgt wiederholtes Hecheln jeder Sorte für sich allein, die dann wieder nach Feinheit, Weichheit, Farbe geschieden und in verschiedenen Nummern ausgelegt werden. Die weitere Verarbeitung des geschnittenen und gehechelten Hanfes gleicht der des Flachses; die Maschinen sind nur entsprechend kräftiger gebaut. Die Trockenspinnerei wird in der Regel bis Garn Nr. 16 angewendet; feinere Garne spinn man meist naß. Die Trockenspinnstühle werden häufig so gebaut, daß die Verzuglänge (Streckweite) so weit geändert werden kann, daß sie auch zum Spinnen der Hanfhede verwendbar werden.

Die Verarbeitung der Hanfheden ist die folgende: Die Streppatura (lange italienische Hanfhede) wird zunächst auf einem Reißwolfe (teazer) zu kurzer Hede zerrissen und dann mit andrer kurzer Hechelhede zur Erzeugung der feineren Garne benutzt. Andre Hanfheden für die größeren Garne werden nicht weiter zubereitet. — Die Heden werden vorerst sehr dick einer Vorkrempel vorgelegt, deren Bänder zu Wickeln auf Wickelmaschinen vereinigt oder in Kannen aufgefangen werden, dann folgt eine immer mit Streckkopf versehene Feinkrempel. Statt der bei der Flachspinnerei üblichen Anordnung der Walzen rund um die große Trommel herum (sogenannte Zirkularkrempel) benutzt man in der Hanfhedespinnerei jetzt meist nur Krempeln, bei welchen die Bearbeitung nur auf dem unteren Teile (für größere Garne) oder nur auf dem oberen Teile (für feinere Garne) stattfindet (Halbzirkularkrempeln). Nach dem Krempeln folgen meist drei Streckmaschinen und die Vorfspinnmaschine. Starke Garne, die zu Packstricken verarbeitet werden sollen, dreht man ohne weiteres auf der gewöhnlichen Vorfspinnmaschine fertig, zu welchem Zwecke diese mit den genügenden Drehungswechselfrädern versehen sein muß. Etwas feinere Garne, Nr. 1/2—2 (höchstens 3), spinn man auf Spindelbankspinnmaschinen (regulating-spinnings) oder auf Hechelspinnmaschinen (gill-spinnings) mit lotrechten Spindeln. In diesen Fällen fehlt dann im Satze die Vorfspinnmaschine. Feinere Garne (etwa von Nr. 3 an) werden aus entsprechendem Vorgarn entweder trocken, halbnaß oder — dies geschieht aber selten — heißnaß versponnen.

Zur Verwertung der Abfälle läßt man diese über einen Wergöffner oder Schüttelmaschine gehen, welche die gereinigten Abfälle in Form eines breiten Vlieses abliefern. Diese Abfälle können entweder ohne weiteres als Putz- oder Polstergut oder zunächst mit etwas längerer, aber billigerer Hanfhede vermischt und einer Vorkrempel vorgelegt werden. Diese Bänder wickelt man auf Wickelmaschinen (lap-machine) zusammen und hat dann eine Watte, die mitunter von Bahnverwaltungen zum Polstern der Eisenbahnwagen benutzt wird. Maschinen für Hanfbearbeitung liefern Fairbairn, Naylor, Macpherson in Leeds, Lawton & Sons in Leeds, Combe, Barbour & Combe in Belfast; in neuerer Zeit hat in Deutschland die Firma Oscar Schimmel & Co. in Chemnitz i. S. den Bau von Spinnereimaschinen auch für Flachs, Hanf und Jute in dankenswerter Weise aufgenommen.

Literatur: [1] Pfuhl, Bindfadenfabrikation, Rigaer Ind.-Ztg. 1885, Nr. 1—5; 1889, Nr. 1; Derf., Die Jute, Berlin 1888, 1. Teil, S. 302.

E. Müller-Dresden.

Hang, in der Topographie, f. Berg.

Hangbau, f. Bewässerungssysteme, Bd. 1, S. 759.

Hangendes, f. Erzlagerstätten.

Hanger gehören zum stehenden Gut der Takelage eines Schiffes.

Jeder Mast trägt ein oder zwei Hanger; jeder besteht aus einem kurzen Ende Stahldrahttau, das mit eingepflüßtem oder eingebundenem Auge über den Top des Mastes oder der Stenge gestreift ist und in dessen Tampen Augen eingepflüßt sind zum Anschäkeln von Taljen u. f. w. Die Hanger der Raaen dienen zum Aufhängen der Unterraen an den Masttop oder der Sahling; sie bestehen aus der Hangerkette und dem um die Mitte der Raa gelegten Hangerstropp, die durch einen Schlipfchäkel verbunden sind.

T. Schwarz.

Hangtafeln, -wässerung (Hangbau), f. Bewässerungssysteme, Bd. 1, S. 759.
Hanfelbank (Schneidbank), f. Böttcherei.

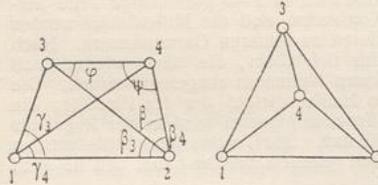
Hanfens Aufgabe, die Aufgabe der unzugänglichen Entfernung oder der zwei unzugänglichen Punkte oder der zwei Punktpaare genannt, behandelt die Bestimmung der gegenseitigen Lage von vier Punkten, wenn auf zwei Punkten die Richtungen (Winkel) nach den zwei andern Punkten gemessen und für die ersteren oder die letzteren die Entfernung oder die Koordinaten bekannt sind.

Wenn z. B. in der Figur irgendeine der Seiten (etwa 1—2 = s) und an ihren Endpunkten in 1 und 2 die Winkel nach 3 und 4 ($\beta_3, \beta_4, \gamma_3, \gamma_4$) gemessen sind, so können alle übrigen Stücke der Figur berechnet werden. Es ist

$$3-4 = s \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \varphi} \cdot \frac{\sin \gamma_4}{\sin(\beta_4 + \gamma_4)} = s \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \psi} \cdot \frac{\sin \gamma_3}{\sin(\beta_3 + \gamma_3)}$$

worin φ und ψ bestimmt werden aus $\frac{1}{2}(\varphi + \psi) = 90^\circ - \frac{1}{2}\beta$, und $\operatorname{tg} \frac{1}{2}(\varphi - \psi) = \operatorname{cotg}(45^\circ + \mu)$
 $\operatorname{tg} \frac{1}{2}(\varphi + \psi)$ und der Hilfswinkel μ aus $\operatorname{tg} \mu = \frac{\sin \psi}{\sin \varphi} = \frac{\sin \gamma_3 \sin(\beta_4 + \gamma_4)}{\sin \gamma_4 \sin(\beta_3 + \gamma_3)}$. In diesem Fall

nennt man 1—2 = s die Standlinie und 3—4 die unzugängliche Entfernung. Sind z. B. die Punkte 3, 4 durch ihre Koordinaten (und damit ihre Entfernung) gegeben, so können durch die auf 1 und 2 gemessenen Winkel auf dem gleichen Wege die Koordinaten dieser Punkte berechnet werden. Bei der Lösung der Aufgabe kommen je nach der Lage der gegebenen Stücke verschiedene Fälle in Betracht. Näheres hierüber sowie über zweckmäßige Anordnung der Zahlenrechnung f. [1]—[3].



Die Aufgabe ist nach Hanfen wegen der in [4] gegebenen Lösung benannt, obwohl dieselbe schon vorher lange bekannt und mehrfach gelöst war, so z. B. schon 1790 von van Swinden [5] und manchen andern [6], [7]. — Die Aufgabe findet Anwendung bei der trigonometrischen Punktbestimmung, und zwar zur Ableitung der Koordinaten von zwei Punkten durch Winkelmessung auf diesen Punkten nach zwei durch

Koordinaten gegebenen Punkten, und bei der Bestimmung der sogenannten „unzugänglichen“ Entfernung, besonders beim Zentrieren von trigonometrischen Nebenpunkten; vgl. [8].

Literatur: [1] Die beim Art. Geodäsie genannten Lehrbücher, besonders Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, Bd. 2; Bauernfeind, Elemente der Vermessungskunde, Bd. 2, Vogler, Lehrbuch der praktischen Geometrie, Bd. 1; Bohn, Die Landmessung, und [2] Gauß, F. G., Die trigonomet. und polygonomet. Rechnungen der Feldmesskunst, Berlin 1893. — [3] Hammer, Lehrbuch der ebenen und sphärischen Trigonometrie, Stuttgart 1897. — [4] Astronom. Nachr., Nr. 419 (Bd. 18), S. 165. — [5] van Swinden, J. H., Grondbeginsels der Meetkunde, Amsterdam 1790, S. 357, over een tweede belangrijk Geval in de Praktijk. — [6] Meinert, Anfangsgründe der Feldmesskunst, Halle 1794, S. 204. — [7] Astronom. Nachr., Bd. 3, Nr. 62 (Jahrg. 1825), S. 233, Lösung von Gerling; ebend. Bd. 7, Nr. 157 (Jahrg. 1829), S. 239, Lösung von Hartmann. — [8] Anw. 9 für die trigonomet. und polygonomet. Arbeiten u. f. w., Berlin 1893. *Reinhertz.*

Haplophyr, f. Granit.

Happenbrett, f. Herdarbeit.

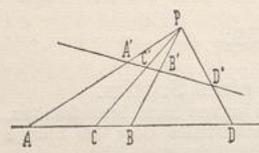
Hardy-Bremse, f. Bremsen, Bd. 2, S. 266.

Harem (arabisch), f. v. w. das Verschlossene, bezieht sich namentlich auf die jedem fremden Manne verschlossene Frauenwohnung eines mohammedanischen Wohnhauses.

Äußerlich kennzeichnet sich dieser Teil des Hauses schon durch die Fenster, die durch ein feines, aber dichtes Holzgitter ausgefüllt erscheinen, insofern die Fenster überhaupt auf die Straße gehen. Bei armen Mohammedanern besteht der Harem bloß aus einem Raum, während er sich bei reichen aus vielen Gelassen zusammensetzt. Der Hauptraum ist ringsum von teppich-behängten Sitzplätzen umgeben, die tags zum Sitzen, nachts aber zum Schlafen benutzt werden. Im übrigen ist die Einrichtung des Harems in den einzelnen Ländern sehr verschieden. *Weinbrenner.*

Harfe, f. Fadenplanimeter.

Harmonisch heißen vier Punkte ABCD auf einer Geraden (f. die Figur), wenn das Doppelverhältnis (f. d.) derselben den Wert -1 hat.



Dann besteht die Beziehung $AB \cdot BD = AD \cdot BC$. Der Punkt C teilt die Strecke AB innerlich in demselben Verhältnis wie äußerlich der Punkt D (oder umgekehrt). A, B und C, D heißen je zwei zugeordnete Punkte; dieselben trennen sich gegenseitig. Man kann zwei zugeordnete Punkte vertauschen, ohne daß das Doppelverhältnis seinen Wert -1 verändert. Vier Strahlen PA, PB, PC, PD, welche die vier Punkte aus einem Punkt projizieren, heißen ebenfalls harmonisch; ihr Doppelverhältnis $\frac{\sin APC}{\sin BPC} : \frac{\sin APD}{\sin BPD}$ hat den Wert -1. Die vier harmonischen Strahlen werden wieder von jeder Geraden in vier harmonischen Punkten A'B'C'D' geschnitten u. f. w. Auch bei andern

geometrischen Gebilden kommt die harmonische Lage vor, z. B. bei vier Punkten eines Kegelschnitts, bei vier Ebenen u. f. w. Aequianharmonisch heißen vier Punkte, deren Doppelverhältnis α eine imaginäre dritte Wurzel aus -1 ist, so daß $\alpha^3 - \alpha + 1 = 0$. *Wölffing.*

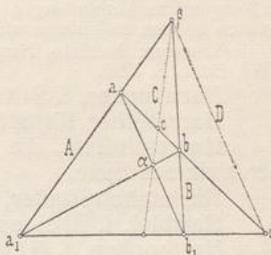
Harmonisches Mittel mehrerer Größen heißt die Größe, deren reziproker Wert das arithmetische Mittel aus den reziproken Werten der gegebenen Größen ist.

So ist $\frac{2ab}{a+b}$ das harmonische Mittel aus a und b , $\frac{3abc}{bc+ca+ab}$ dasjenige aus a , b und c u. f. w. S. a. Mittel. *Mehmke.*

Harmonische Strahlen, f. Harmonisch.

Harmonische Teilung. Am vollständigen Viereck tritt die harmonische Teilung (f. Harmonisch) in mannigfaltiger Weise hervor. So bilden stets zwei Ecken, z. B. a und b , mit den auf ihrer Verbindungslinie liegenden Durchschnittspunkten c und d vier harmonische Punkte. Aus dieser Eigenschaft folgt eine einfache lineare Konstruktion des vierten harmonischen Punktes d zu drei gegebenen Punkten a , b und c .

Man zieht durch c eine beliebige Gerade, wählt auf ihr die Punkte α und β willkürlich und verbindet βa , βb und αa , αb . Die Schnittpunkte a_1 und b_1 von αb , βa bzw. αa , βb liefern die Gerade $a_1 b_1$, welche auf der verlängerten Linie ab den zu drei Punkten a , b , c gehörigen vierten harmonischen Punkt d ausschneidet. Zwei Punkte, wie a und b bzw. c und d , welche je die durch die beiden andern Punkte begrenzte Strecke im gleichen Verhältnis teilen, heißen ein konjugiertes Punktpaar. — Die harmonische Teilung geht durch Projektion nicht verloren, d. h. vier harmonische Punkte auf eine Gerade oder Ebene projiziert, geben wieder vier harmonische Punkte. *Vonderlinn.*



Harmotom, f. Zeolithe.

Harn (Urin), das durch die Nieren ausgeschiedene Exkretionsprodukt des tierischen Organismus, enthält 90—95% Wasser, in welchem organische und unorganische Stoffe in sehr wechselnden Mengen enthalten sind.

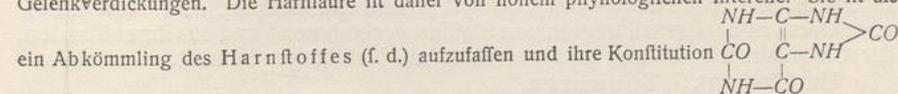
Von ersteren wiegen die stickstoffhaltigen Körper, wie Harnstoff, vor. In dem Harn der Fleischfresser findet sich außerdem Harnsäure, während dem Harn der Pflanzenfresser etwas Hippursäure eigenartig ist. Von anorganischen Stoffen enthält der Harn der Pflanzenfresser hauptsächlich kohlen-saure Salze und Kochsalz. Auffallend ist das gänzliche Fehlen der Phosphorsäure im Harn der Pflanzenfresser. Bei normaler Ernährung scheiden täglich ein Pferd 9—12 kg, ein Rind 7—9 kg, ein Schwein 3—4 kg aus, die als wichtiges Düngemittel benutzt werden. Auch als Zusatz zu Indigoküpen, bei der Tuchwalkerei, Orfeillefabrikation u. f. w. wird Harn technisch benutzt. — Vgl. a. Harnsäure und Harnstoff.

Literatur: Neubauer und Vogel, Anleitung zur quantitativen und qualitativen Analyse des Harns, 8. Aufl., Wiesbaden 1885, 10. Aufl. von Huppert, 1898; Späth, Die chemische und mikroskopische Untersuchung des Harns, Berlin 1903.

Harnfisch, in der Lagerstättenkunde, f. Gang; Harnfisch des Webstuhles, f. Weberei.

Harnsäure, eine organische Säure der Zusammensetzung $C_5H_4N_4O_3$, welche sich in den Harnsteinen, im Muskelsaft, Blut und Harn der Fleischfresser, in den Exkrementen der Vögel und namentlich der Schlangen findet.

Wenn Harn an der Luft steht, scheidet sich Harnsäure ab; in krankhaften Zuständen geschieht dies auch im Organismus und gibt Veranlassung zur Bildung von Harnsteinen und Gelenkverdickungen. Die Harnsäure ist daher von hohem physiologischen Interesse. Sie ist als



mit Sicherheit sowohl durch Abbau wie durch Synthese festgestellt. Die Harnsäure ist eine schwache zweibasische Säure, geruch- und geschmacklos und bildet ein sandiges Pulver, welches aus kleinen Kristallen besteht. Beim Erhitzen zerfällt sie in Ammoniak, Kohlen-säure, Harnstoff und Cyanursäure. Dargestellt wird die Säure aus Guano oder aus Schlangensexkrementen. Sie ist technisch von keiner Bedeutung.

Literatur: Beilstein, Handbuch der organischen Chemie, 3. Aufl., Hamburg u. Leipzig 1893, Bd. 1, S. 1332; Schmidt, Pharmaz. Chemie, organ. Teil, Braunschweig 1903. *Bujard.*

Harnstoff (Karbamid), das Amid der Kohlen-säure, besitzt die Konstitution $\text{CO} < \begin{array}{l} \text{NH}_2 \\ \text{NH}_2 \end{array}$; eine Substanz von der größten physiologischen Bedeutung, da sie — im tierischen Organismus durch Zersetzung von Eiweißstoffen gebildet — sich im Harn namentlich der Säugetiere, in geringer Menge auch in dem der Vögel und Reptilien findet.

Ein erwachsener Mensch produziert bei gemischter Kost täglich etwa 30 g Harnstoff. Dieser ist von den stickstoffhaltigen Umwandlungsprodukten der Eiweißstoffe das überwiegende Hauptprodukt, seine zuverlässige Bestimmung unter den Stoffwechselprodukten überhaupt daher von großer Wichtigkeit. Der Harnstoff bildet lange rhombische Prismen oder Nadeln, welche bei 132–133° schmelzen, einen kühlenden, an Salpeter erinnernden Geschmack besitzen und in Wasser und Alkohol sehr leicht, in Aether fast unlöslich sind. Er bildet mit Säuren, Basen und Salzen kristallinische Verbindungen. Dargestellt wird er entweder aus dem durch Eindampfen konzentrierten Harn in Form seines Nitrats durch Verätzen mit Salpetersäure oder künstlich durch Eindampfen einer wässrigen Lösung von Ammoniumcyanat. Diese von Wöhler aufgefunden Reaktion, welche nichts anderes als eine intramolekulare Atomverschiebung ist: $CO-NH-NH_3 \rightarrow CO \begin{matrix} NH_2 \\ < \\ NH_2 \end{matrix}$ — war die erste künstliche Synthese einer organischen Substanz aus den Elementen und daher eine Entdeckung von weittragender Bedeutung, insofern sie bewies, daß organische Verbindungen wie die anorganischen aus den Elementen künstlich aufgebaut werden können und hierzu nicht der Hilfe einer besonderen Kraft, der Lebenskraft, bedürfen.

Literatur: Beilstein, Handbuch der organischen Chemie, Hamburg und Leipzig, 3. Aufl., 1893, Bd. 1, S. 1290. Bujard.

Harnzucker, f. Stärkezuckerfabrikation.

Harrascher Kompressor, f. Luftkompressor.

Harrelpforten, die als Wendefläche dienende Bohle bei den Bohrentoren der kleineren Siele.

Hartasphaltplaster, gerieftes, f. Straßenbau.

Hartblei, f. Bleilegierungen.

Hartborsten, f. Hartborsten und Eifengießerei, Bd. 3, S. 355.

Hartbrandsteine, Back- oder Ziegelsteine, die härter als die gewöhnlichen Ziegel, jedoch noch nicht — wie die Klinker (f. d.) — bis zur Sinterung gebrannt sind. Dümmler.

Hartgranate, f. Munition.

Hartgummi, f. Kautschuk.

Hartguß, Eisenguß mit teilweise oder ganz gehärteter Außenfläche, dient meist zur Herstellung bestimmter Werkzeuge, Maschinenteile, von Geschossen, Hartwalzen, Weichenteilen u. f. w.; vgl. Eifengießerei, Gießerei, Härten.

Hartgußgranate, f. Munition (für Schiffsgechütze).

Hartgußherzstück, f. Herzstück und Weichen.

Hartharze, durch Zusammen-schmelzen von Kolophonium mit Calcium-, Magnesium-, Strontium-, Zinkoxyd hergestellte, in der Lackfabrikation an Stelle von Kopalen tretende Produkte. Audés.

Hartit, gelbes Erdharz (Retinit) von Oberhart bei Gloggnitz.

Hartmanganerz, f. v. w. Pflomelan (f. d.).

Hartmetall (Britanniametall), f. Antimonlegierungen und Zinnlegierungen.

Hartpech, mit einem Schmelzpunkt von 150–200° C., ist das am häufigsten angewendete Bindemittel bei der Herstellung der Steinkohlenbriketts (f. Brennstoffe, Bd. 2, S. 290, und Brikettieren).

Hartrouge, f. Polieren.

Hartfalz (Sylvinit), ein Gemenge von Steinfalz (30–40%) und Sylvit (20%), außerdem noch Kieferit (3–8%), Anhydrit und Chlorkalium, aber ohne Chlormagnesium, in der Carnallitregion von Staßfurt vorkommend und aus ihr entstanden. Zur Chlorkaliumdarstellung und gemahlen als Kalidünger benutzt. Leppia.

Hartfeingut, f. Tonwaren.

Hart- und Weichzerrenarbeit, besondere Arten des Feinens und Frischens von Roheisen im Frischherde.

Hartzink, f. Zinklegierungen.

Hartzinn (Britanniametall), f. Zinnlegierungen.

Harvey-Panzer, f. Schiffspanzer.

Harwoodsche Gegensprechschaltung, gebräuchlichste Schaltung für den Betrieb langer Unterseekabel; f. Telegraphie.

Harze, in der Technologie, Warenkunde und Pharmakognosie amorphe, in Wasser unlösliche Pflanzenstoffe, welche bei gewöhnlicher Temperatur entweder weich (Weichharze) sind oder erst beim Erwärmen erweichen (Hartharze), bei höherer Temperatur schmelzen, mit rußender Flamme (wegen des hohen

Kohlenstoffgehaltes) brennen, in den sogenannten Harzlöföern wie Alkohol, Aether, Chloroform, Benzol, Petroleumdestillaten, Schwefelkohlenstoff, Aceton und ätherischen Ölen zumeist löslich, aber nicht unzerfetzt destillierbar sind.

Durch natürliche Beimengungen anderer Pflanzenstoffe erscheinen viele Harze in verändertem Zustande, wonach in der Praxis folgende Gruppen unterschieden worden sind: 1. Gewöhnliche Harze; 2. Gummiharze (mit Gummi gemengt); 3. Balsame, das sind entweder in ätherischen Ölen gelöste Harze oder aber „Körper wie der Perubalsam, der in den äußeren Charakteren mit den harzführenden Balsamen übereinstimmt, chemisch genommen, jedoch nur arm an harzartigen Körpern, hingegen reich an einer flüssigen neutralen Substanz ist, die in naher Beziehung mit bestimmten Harzen steht“ (Wiesner). — Eine besondere Gruppe bilden noch die fossilen Harze wie der Bernstein und der Asphalt (s. d.). — Die physikalischen und naturhistorischen Eigenschaften wie Farbe, Glanz, Durchsichtigkeit, Härte und Dichte sowie der Geruch und Geschmack geben zur Charakterisierung der meisten Harze die besten Anhaltspunkte. Zur Erkennung von Verfälschungen und zur Analyse der Harzgemische hat man nebst der Prüfung auf Löslichkeit in neuerer Zeit auch die für Fette gebräuchlichen Bestimmungen der Säure-, Verseifungs- und Jodzahlen (und die Differenz zwischen den Verseifungs- und Säurezahlen als Aetherzahl) mit gutem Erfolg angewendet [1], [2].

Das Vorkommen der Harze in den Pflanzen ist außerordentlich verbreitet; sie sind in den verschiedensten Familien, selbst in den Pilzen, gefunden worden, zumeist als wahre Sekretionsprodukte in eignen Gängen (schizo-, lyfogene und schizolyfogene Harzgänge) oder auch nur in Zellen als Anteil der Zellwand oder des Zellinhaltes. Neuesten Untersuchungen zufolge entstehen sie in der äußersten Schichte der Zellwand (entsprechend der Außen- oder Mittellamelle), in der sogenannten refinogenen Schicht, die als die wahre Harzmatrix anzusehen ist (Tschirch). Auch über ihre chemische Konstitution sind wir seit kurzem besser unterrichtet worden. Von Hlasiwetz, der ihre Aufschließung mittels Verschmelzen von Kalihydrat bewerkstelligte, wird die Anschauung vertreten, daß sie immer Oxydationsprodukte sind, „Zwischenglieder einer durch den Vegetationsprozeß bedingten Zerfetzung hoch zusammengesetzter Verbindungen, deren sich die Pflanze als nicht weiter verwendbarer Ausscheidungen entledigt. Die Pflanzen produzieren dabei häufig nicht sowohl Harze als vielmehr gewisse Verbindungen, welche weiterhin verharzen“. Zum Teile stehen sie in nächster Beziehung zur aromatischen Reihe, einzelne schließen sich den aliphatischen Verbindungen an.

Durch die umfassenden Arbeiten Tschirchs und seiner Schüler [3] ist die Zusammenfetzung der Harze folgendermaßen aufgedeckt worden. Sie bestehen aus drei Gruppen von Verbindungen: 1. aus Harzestern oder Refinen; 2. aus Harzsäuren (Refinolsäuren) und 3. aus Refenen. Die Refine lassen sich als Ester in Säure und Alkohol spalten. Die Säuren schließen sich teils der Benzoesäure, teils der Zimtsäure an; die Alkohole enthalten nur eine HO-Gruppe und sind entweder farblos und leicht kristallisierbar (Refinole), oder sie geben die Gerbstoffreaktion (Tannole, Refinotannole). — Die zweite Verbindungsgruppe der Harze sind die Refinolsäuren, die frei in den Harzen vorkommen, stets eine HO- und mindestens eine Carboxyl-(COOH)-Gruppe enthalten. — Die geringste Kenntnis besitzen wir von den Refenen, die vielleicht der aromatischen Reihe angehören und wegen ihrer überaus großen Widerstandsfähigkeit gegen Agentien verschiedenster Art am meisten an der praktischen Verwendbarkeit der Harze Anteil haben. Nach diesen Gruppen unterscheidet man nach Tschirch Tannolharze, nach den ausschlaggebenden Bestandteilen, den Tannolen so genannt; die Refenharze (Bursaceen- und Dipterocarpaceenharze), die Refinolsäureharze (Koniferen-, Agaricum- und Cäsalpiniaceenharze), Fettharz, Farharz (Gutti) und Glykorefine (Convolvulaceenharze).

Die wichtigsten in der Technik verwendeten Harze (und Balsame) sind: 1. Gummiharze: Ammoniakharz (Bd. 1, S. 176), Galbanum, Gummigutti (Bd. 3, S. 641), Myrrhe, Weihrauch. 2. Balsame: Kanadabalsam, Kopaivabalsam, Gurjunbalsam (S. 681), Perubalsam, Storax, Terpentin, Tolubalsam. 3. Eigentliche Harze: Aloeharz (Bd. 1, S. 153), Benzoe (Bd. 1, S. 687), Kopal, Dammarharz (Bd. 2, S. 535), Drachenblut (Bd. 3, S. 14), Elemi (Bd. 3, S. 429), Fichtenharz (S. 23) und Kolophonium, Guajakharz (S. 666), Gummilack und Schellack (S. 677), Mastix, Sandarak, Akaroidharz (Bd. 1, S. 107).

Literatur: Außer den bei den einzelnen Artikeln angegebenen Werken und Originalarbeiten sind noch anzuführen: [1] Schmidt, E., Ausführl. Lehrbuch der pharmaceut. Chemie, 3. Aufl., Braunschweig 1896, Bd. 2, Kap. Harze. — [2] Kremel, in Dingl. Polyt. Journ. 1886, Bd. 261, S. 424. — [3] Tschirch, in 68. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte, Frankfurt 1896, Chem. Ztg. 1896, Nr. 79, S. 766; Derf., Angewandte Pflanzenanatomie, Wien 1889, S. 216. — [4] Derf., Die Harze und die Harzbehälter, Leipzig 1900. — [5] Dieterich, Karl, Analyse der Harze, Balsame und Gummiharze, nebst ihrer Chemie und Pharmakognosie, Berlin 1900. — [6] Wiesner, Rohstoffe des Pflanzenreiches, 2. Aufl., Leipzig 1900, Bd. 1, S. 130 ff. (der chemische Teil von Max Bamberger).
T. F. Hanauisek.

Harzgeiß, s. Harzöle.

Harzkalk, durch Zusammenfchmelzen von Kolophonium mit 2—10% zu Pulver gelöfchtem Kalk hergestelltes, in der Lackfabrikation verwendetes Produkt.

Es ist in Spiritus und wässerig-alkalischen Flüssigkeiten unlöslich, liefert festere Lacke als gewöhnliches Kolophonium; damit gemachte Lackierungen gehen aber durch Wasseraufnahme und Spaltung des Harzkalks in seine Komponenten ziemlich schnell zugrunde.
Andés.

Harzkitt wird vielfach als wasserbeständiger Kitt angewendet. Der sogenannte Brunnenmacherkitt besteht aus 1 Teil siedendem Teer mit 2 Teilen Ziegelmehl; Holzfügenkitt aus 2 Teilen Kolophonium und 1 Teil Ziegelmehl; Steinkitt

aus 2 Teilen Pech, 1 Teil Kolophonium, 1 Teil Mennige, 0,4 Teilen Ziegelmehl, alles in Gewichtsteilen verstanden. Die Kette vertragen keine Hitze. *Andés.*

Harzleim, auch vegetabilischer Leim, zum Leimen des Ganzzugs verwendet, ist ein Leim, welcher der Hauptfache nach aus Harz und harzfaurer Tonerde besteht und durch einen chemischen Prozeß im Ganzzug selbst hergestellt wird; f. Papierfabrikation. *Kraft.*

Harzöle, Destillationsprodukte des Fichtenharzes.

Bei der trockenen Destillation dieses Harzes geht zuerst eine gelbe, leichtflüchtige Verbindung von starkem angenehmen Geruch, die Harzeffenz (Harzgeist, -spiritus, Pinolin) über, sodann ein dickes weißes Öl mit bläulichem Schein, das dicke Harzöl, zuletzt ein dünneres, durchsichtiges gelbes, das dünne Harzöl. Man reinigt die rohen Destillationsprodukte durch Behandeln mit Schwefelsäure und Auswaschen mit heißem Wasser. Gereinigtes Harzöl mit 50% Wasser, 10% calcinierter Soda und 10% gelöschtem Kalk destilliert liefert ein hellgelbes Produkt, das rektifizierte Harzöl (Kodöl). — Die Harzöle werden in der Wagenfettfabrikation (englisches Patentwagenfett), sodann zur Darstellung von Drucker-schwärze, Harzölfarben, zum Verfälschen fetter Öle, Pinolin zu Firnissen verwendet.

Literatur: Herzog, Geheimnisse der Patentfette, Dresden 1861; Hoffmann, Fabrikation der Harzprodukte, Pancsova 1872. *Deite.*

Harzölfarben, gebrauchsfertige Anstrichfarben in allen Tönen mit Ausnahme des reinen Weiß, als billiges Ersatzmittel für Oelfarben, aber Vergleich mit denselben nicht aushaltend, weil sie schwer trocknen, lange klebrig bleiben und sehr schnell in der Luft zugrunde gehen. Sie bestehen aus Harz, Harzeffenz, Harzöl, Leinöl in Verbindung mit einem Trockenmittel, mit den Farbkörpern gerieben und können da Verwendung finden, wo bei nur geringen Kosten auf Dauerhaftigkeit des Anstrichs kein Wert gelegt wird. *Andés.*

Harzseife, f. Seife.

Harzsilikative, durch Zusammen-schmelzen von Kolophonium und Blei- und Manganauerstoffverbindungen hergestellte, mehr oder weniger dunkel gefärbte, das Trocknen des Leinöls sehr befördernde Produkte in fester Form (Stücken).

Pulverige Sorten werden durch Fällen alkalischer Kolophoniumlösungen mit Blei- und Manganalzlösungen hergestellt. Ihr Wert als Trockenmittel ist einerseits von ihrer leichten Löslichkeit in Leinöl und Terpentinöl, andererseits und hauptsächlich aber davon abhängig, daß sie nur an die genannten Metalloxyde gebundene, nicht aber freie Harzsäure (unverändertes Kolophonium) enthalten. *Andés.*

Hafel, f. Nutzhölzer.

Hafelgebirge, in den Ostalpen, besonders im Bereich der Salzlagerstätten von Berchtesgaden-Hallein-Auffee, die mit Steinsalz und Gips imprägnierten Tonschichten, die der oberen alpinen Triasformation angehören. *Leppla.*

Hafelnußöl, hellgelbes, klares, nichttrocknendes, wohl-schmeckendes Öl aus dem Hafelnußkamen, findet hauptsächlich als Speiseöl, auch als Verfälschungsmittel des Mandelöls Verwendung. *Deite.*

Haspe oder **Fahrt-haspe**, im Bergbau starker eiserner Nagel von besonderer Form zur Befestigung der Fahrten an den Fahrtfröschchen (f. Fahren).

Haspel, im Bergbau, auf Schiffen, bei Schleufen u. f. w. verwendetes Hebezeug mit horizontaler Welle, mit welchem Lasten an einem Seil in die Höhe gewunden werden (f. Bremsbergförderung und Schachtförderung); bei den in der Müllerei üblichen Sicht- und Sortierzylindern die liegenden, umlaufenden Wellen samt den daran befestigten für die Aufnahme der Siebbefestigung dienenden Gestellen (f. a. Mehl-fabrikation); f. v. w. Garnhaspel, f. Baumwollspinnerei, Bd. 1, S. 619, und Garnprüfung.

Haspelberg, f. Bremsbergförderung.

Haspelförderung dient im Bergbau zum Aufwärtsfördern sowohl in geneigten Strecken (f. Bremsbergförderung) als auch in Schächten (f. Schachtförderung). Der Haspel wird bei kleinerer Arbeitsleistung durch Menschenkraft, bei größerer maschinell betrieben.

Haspelhorn nennt der Bergmann die Kurbel am Haspel (f. Bremsbergförderung).

Haspelrad, an hoch aufgestellten Winden, überträgt den Zug von einer über das Rad gehängten endlosen Kette oder von einem Seil auf die Winde.

Die Kette erhält 7 mm Eisenstärke, das Seil 35—50 mm Dicke. Den Durchmesser des Rades nimmt man am besten so groß, als der Aufstellungsraum erlaubt, $\frac{1}{4}$ —1 m, auch 2 m. Um das Gleiten der Kette auf dem Rade zu verhüten, gibt man dem Kranze innerhalb der Rille

kleine Rippen oder man läßt Kette wie Seil nur in den gegabelten Enden der Radspeichen fest aufliegen. Größere Haspelräder baut man wie schmiedeeiserne Riemscheiben mit außen am Kranz aufgenieteten Gabelstücken. Zur Führung der Kette dienen an beiden Seiten des Rades feststehende Hülfsen; Abbildung f. Flaschenzüge.

Haspelchacht, f. Bremsbergförderung.

Hafta, indisches Längenmaß = 24 Angulas = 0,456 m; 1 Angula = 3,5, auch 4 Javas, 1 Java = 64 Valayres.

Hatchetts Braun (Berliner-, Breslauer-, Chemisch-, Kupfer-, Preußischbraun), von zimt- bis dunkelbrauner Farbe, aus Kupfereisencyanür oder aber aus unter Luftzutritt gebranntem Pariserblau bestehend, als Oel- und Wasserfarbe geeignet, wird in ersterer Zusammensetzung durch Fällen eines löslichen Kupferfalzes mit gelbem Blutlaugensalz hergestellt; je nachdem man Kupferfalz mit einer überschüssigen Menge von Ferrocyankalium oder umgekehrt zusammenbringt, entstehen Verbindungen von verschiedener Färbung.

Hath, das Normallängenmaß in Britisch-Ostindien = $\frac{1}{2}$ Yard = 0,45719 m.

Hauamboß, f. Feilenfabrikation.

Haube, im Bauwesen f. v. w. Kuppeldach (f. Dach). — Bei den Papierholländern angewendete kastenförmige Vorrichtung, welche über die Messerwalze gestülpt wird, um das Herumspritzen des Stoffes durch diese Walze zu verhindern (f. Papierfabrikation). — Ohr der Axt (f. d.).

Haubitze, f. Geschütze und Geschützfabrikation.

Haublei, f. Feilenfabrikation.

Haue, 1. Geräte zum Lösen von Boden (vgl. Ein Spitze, Keilhaue, Keilhauenarbeit, Pickel), als Gerinnhaue auch von Zimmerleuten benutzt; 2. in der Müllerei hat die Mühlspindel eines Mahlganges einerseits den Ober- oder Läuferstein zu stützen, damit er von dem unteren (Boden-)stein in gewissem Abstände bleibt, andererseits ihre eigne Drehbewegung auf den Läuferstein zu übertragen. Zur Vermittlung beider Aufgaben dient die Haue.

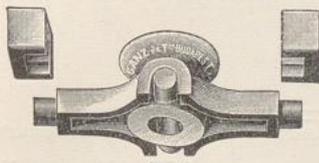


Fig. 2.

In ihrer einfachsten Form setzt sie sich mit ihrem haubenförmigen Mittelteil auf das verjüngte obere Ende des Mühleisens, wobei Federn und Nuten *a* (Fig. 1) die relative Drehung hindern. Von diesem Mittelteile laufen zwei oder drei Arme (Flügel), das Steinauge überbrückend, in das Steinmaterial, wo ihre Enden eingelassen und durch Vergießen befestigt werden. Von dieser „festen Haue“ unterscheidet sich die „Balancierhaue“ dadurch, daß sie den rechten Winkel, den die Mahlfläche mit dem Mühleisen bilden soll, nicht durch eine starre Verbindung sichert, sondern den Läuferstein frei gegen das Mühleisen balancieren läßt, so daß nur die Lage des Steinschwerpunktes und die Homogenität des Steines für die Lage der Mahlfläche zur Horizontalen maßgebend ist. Ein Beispiel zeigt Fig. 2, wobei die Konstruktion auf dem bekannten Prinzip des Universalgelenks beruht. Die auf das Mühleisen zu setzende Haube trägt zwei Zapfen, die in der Abbildung nach vorn und hinten gerichtet sind. Auf diesen ruht pendelnd eine Brücke, die an jedem Ende wieder einen Zapfen trägt, deren Längsachse rechtwinklig zu der der ersten Zapfen liegt. Diese Endzapfen tragen nun den Stein, und zwar mit Hilfe der eisernen Sattelfläche, die in der Figur mit abgebildet sind und die in den Stein eingelassen und durch Vergießen befestigt werden. Die Höhlung dieser Stücke ist nach oben hin zylindrisch begrenzt, so daß ein Pendeln des ganzen Steines stattfinden kann. Der über der Haube sichtbare Teller dient als Streuteller für die Zuführung des in das Steinauge eingeführten Mahlguts zur horizontalen Mahlbahn. Andre Hauen und Theorien der Ausbalancierung f. [1].

Literatur: [1] Kick, Fr., Die Mehlfabrikation, 3. Aufl., Leipzig 1894, S. 189—191. *Arndt.*

Hauer (Aushauer), f. Blechbearbeitung.

Hauerarbeit, f. Gewinnungsarbeiten.

Haufenamalgamation, f. Silber.

Haufenlager sind, wie die Speicher (Gebäudelager), meist als Bindeglieder und elastische Einschaltungen (nach Art der Windkessel) zwischen den das Angebot und die Nachfrage bewältigenden maschinellen Lösch- und Ladevorrichtungen in Verbindung mit den gewählten Fördermitteln und mit Rücksicht auf sie angeordnet und ausgebildet; sie dienen als Vorratsanlagen für den Winterbedarf, Streikreserven, eiserne Bestände (Krieg) u. f. w. oder als Ausgleichanlagen in

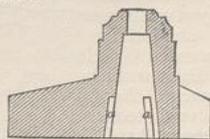
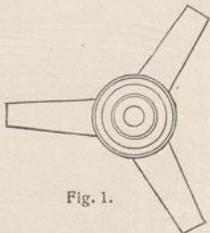


Fig. 1.



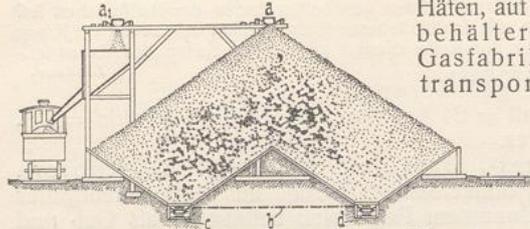


Fig. 1. Haufenlagerung der Link Belt Co., Chicago.

c) Vollkegel (Fig. 3) [5], d) Kegeltumpfe (Fig. 4-7) [6] bzw. Fig. (8-10) [7] oder e) Segmente (Fig. 11) [6] und zusammengesetzte Formen (etwa nach Fig. 12-15) [7].

II. Die **Beschüttung** kann erfolgen:

a) nach Fig. 16 von Hochgleifen [8], auf die bodenständige Wagen (Kippwagen und Selbstentlader, f. d.) mittels Rampen [9] gehoben werden; b) durch ortsfeste Schwerkraftbahnen (f. d.), die so angelegt sind, daß die Kurven am Anfang liegen, während die Entlaststrecken gerade verlaufen, und zwar entweder nach Fig. 17 strahlenartig, fächerförmig von einer oder zwei Entladestellen,

oder nach Fig. 18 parallel von vielen (Hunt-Pohlig-) Elevatoren (f. d.) ausgehend [10]. Zum Transport von Bergen auf Halden werden diese Bahnen auch nach Fig. 19 verschiebbar ausgeführt [11],

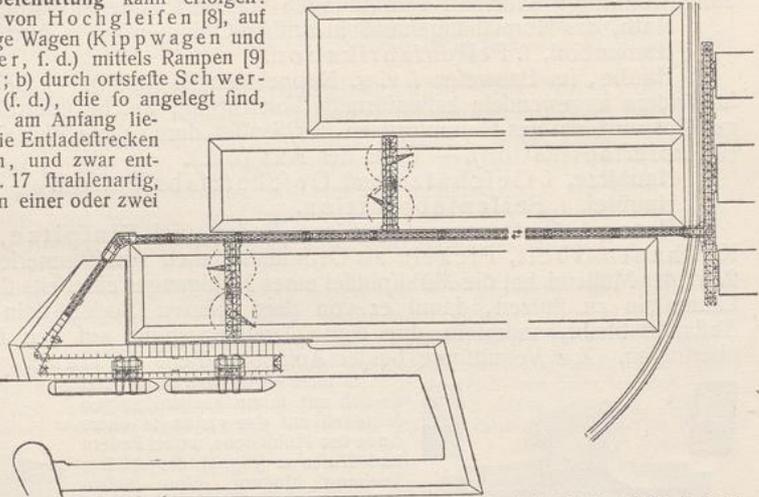


Fig. 2. Kohlenverladeanlage bei der Gasanstalt in Mariendorf bei Berlin (A. Bleichert & Co., Leipzig).

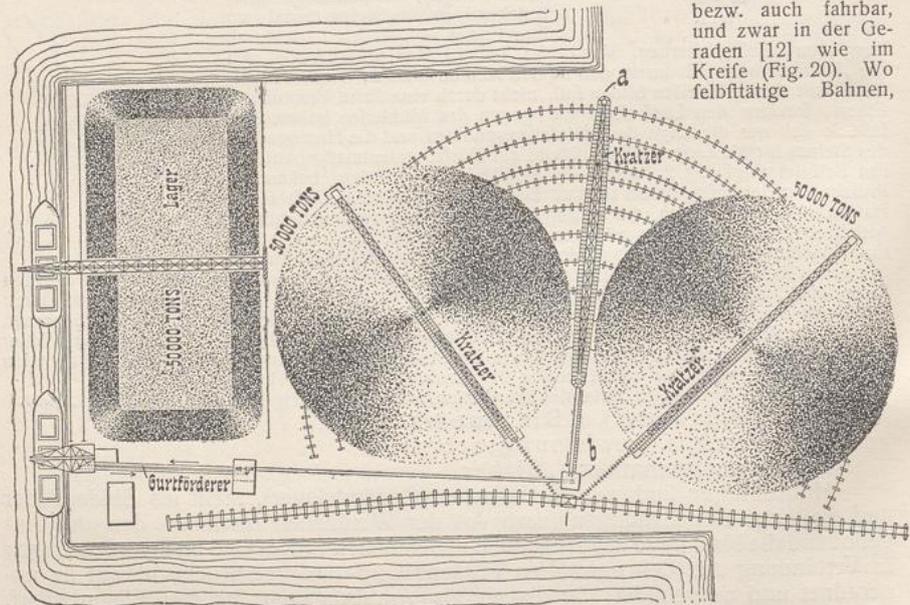


Fig. 3. Haufenlager nach Dodge, Philadelphia.

Häfen, auf Bahnhöfen u. dergl. Vgl. a. Hochbehälter, Tafchen, Tiefbehälter sowie Gasfabrik, S. 293, Kesselhäuser, Massentransport und [1].

I. Bezüglich der **Formgebung** der Haufenlager, die sich im wesentlichen nach der Beschickung (II) und nach der Entnahme (III) — bzw. Umlagerung (Selbstentzündung [2]) — richtet, können im allgemeinen unterschieden werden: a) Rücken (Fig. 1) [3], b) Prismen (Fig. 2 und 3) [4],

bezw. auch fahrbar, und zwar in der Geraden [12] wie im Kreise (Fig. 20). Wo selbsttätige Bahnen,

etwa wegen bestehender Geländeverhältnisse, nicht ausgeführt werden können, werden c) Kabelbahnen (f. d.) gewählt (Fig. 21) [13]; d) mittels Seilbahnen (f. d.) [14] und Hängebahnen (f. d.) [15], zu denen auch die Bleichertschen Schlackenhaldenbrücken (Fig. 12—15) gehören. Für diese Abfallstoffe, bei denen auf die Erzielung eines Gegenwertes durch Verkauf nicht zu rechnen ist, spielt die Frage der Transportbilligkeit eine ganz besonders wesentliche Rolle. Diese Einrichtung besteht aus einer Brücke, die mit einer dem natürlichen Böschungswinkel der Halden möglichst genau angepaßten Neigung aufgestellt wird. Die Brücke, die aus zwei seitlich liegenden Gitterträgern mit gegenseitig verbundenen Ober- und Untergurten besteht,

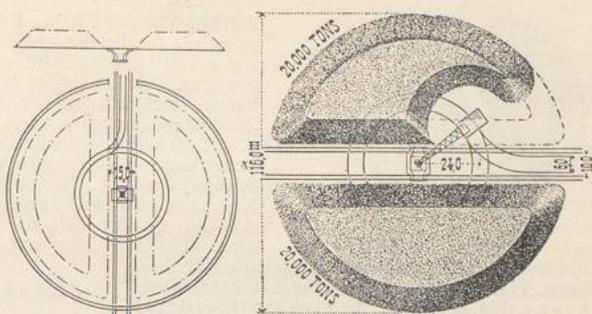


Fig. 4—7. Kohlenstapelanlage der Dodge Coal Storage Co., Philadelphia.

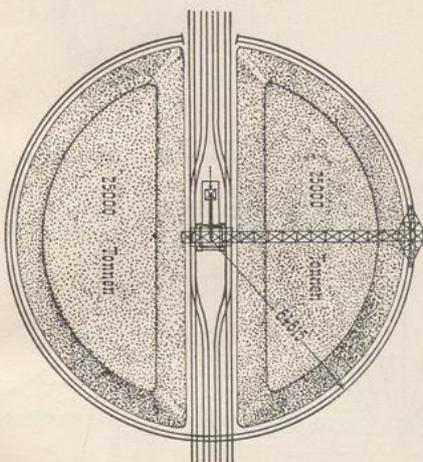


Fig. 8—10. 50000 t-Kegeltumpflager mit Kreisbahnkran der Dodge Coal Storage Co., Philadelphia.

so daß der Innenraum frei bleibt, ist mit einer endlosen Seilbahn ausgestattet, deren Ladestation am Fuße der Neigung oder in ganz beliebiger Entfernung von diesem angeordnet ist. Die Brücke selbst wird aus einzelnen kürzeren Stücken hergestellt, so daß sie bei fortschreitendem Haldensturz ständig verlängert werden kann. Es geschieht dies dann, wenn die Beschüttung so weit fortgeschritten ist, daß das letzte Glied der Brückenkonstruktion am unteren Ende gerade verschüttet ist, so daß es genügend Unterfützung erhält. Dann wird ein neues Glied nach Art der Kragträger freischwebend angebaut, die Endscheibe wird aus dem vorletzten in das letzte Glied vorgefchoben, und der Absturz beginnt nun von diesem aus. Die auf Hängeschienen laufenden Seilbahnwagen umfahren die Endfeilscheibe, ohne sich von dem Zugseil zu lösen. Eine selbsttätige Kippvorrichtung bringt ohne Hilfe eines Arbeiters den Wagen zur Entleerung. Mit nach unten hängender Schale fährt dieser dann zur Beladestation zurück. Nimmt man beispielsweise an, ein Haldenmaterial habe einen Schüttwinkel von 35° und die Halde werde kegelförmig aufgesetzt, so ergibt sich nachstehende Tabelle des Haldeninhaltes und der Zeiten, nach denen Verlängerungen aufzusetzen sind, wenn bei einer Stundenleistung von 36 t Berge im Jahresdurchschnitt täglich 200 cbm auf Halde gefürzt werden.

Der Kegelinhalt ist dann, wenn h die Höhe der Halde, a den Schüttwinkel bezeichnet:

$$J = \frac{2 (h \operatorname{ctg} a)^2 \pi}{4} \frac{h}{3}$$

d = größte Fußbreite der Halde.

h m	d m	J cbm	Zum Aufschütten gebrauchte Zeit		h m	d m	J cbm	Zum Aufschütten gebrauchte Zeit	
			Tage = Jahre	Monate				Tage = Jahre	Monate
30	86	58 100	290 = 1	—	60	172	464 700	2 350 = 7	9 1/2
35	100	91 630	460 = 1	5 1/2	65	186	588 730	2 950 = 10	—
40	115	138 500	700 = 2	3 1/2	70	200	733 100	3 700 = 12	3 1/2
45	129	197 000	1 000 = 3	3 1/2	75	215	907 625	4 550 = 15	2
50	143	267 700	1 350 = 4	5	100	286	2 150 000	10 800 = 36	—
55	158	359 500	1 800 = 6	—	125	358	4 200 000	21 000 = 70	—

Man würde also mit einem Brückenglied, dessen Länge etwa 7 m beträgt, so daß unter Berücksichtigung der Schräge die Höhe um 5 m gesteigert wird, beinahe 1/2 Jahr auskommen, sofern dasselbe auf eine Halde von 30 m Höhe aufgesetzt wird; da aber die Zeiten nicht den Höhen, sondern den entstehenden Kegelinhalten proportional sind, würde man mit einem Brückenteil, der z. B. auf eine 60 m-Halde aufgesetzt ist, beinahe 2 1/4 Jahre auskommen und während dieser

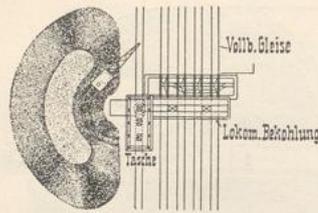


Fig. 11. Segmentlager.

hintereinander angeordneten Kreisgleisen (Fig. 4—6 bzw. Fig. 7) fahren [6]; i) durch Kreisbahnkrane (Fig. 8—10) [7]; k) durch Gurtförderer (f. d.) [21], Stahltransportbänder u. f. w., oft in

Zeit 588 730 — 464 700 = 124 000 cbm abflürzen können, oder es würde die Erhöhung der Halden von 75 auf 100 m sich gar auf 20 Jahre verteilen und für über 1 200 100 cbm Berge genügen. Bis zu 125 m Höhe sind diese Haldendrahtseilbahnen mehrfach in der Ausführung begriffen bzw. in Aussicht genommen worden. — e) Durch Gefällebahnen (f. d.); f) durch (Brücken-) Hochbahnkrane — Fig. 3, linkes Lager — [16]; oft in Verbindung mit Drehkränen [17], Stichbahnen [18], Kreisführungen [19] u. f. w.; g) durch Kabelhochbahnkrane [20]; h) durch Drehkrane, die auf geraden Gleisen oder auf einem Kreissegmentgleis (Fig. 11) oder auf einem bzw. auf mehreren

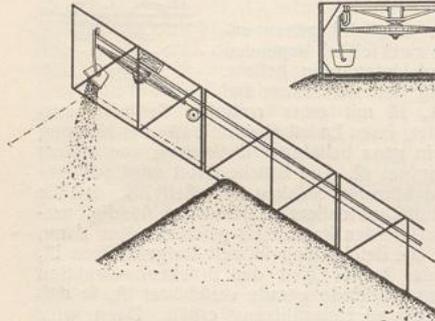


Fig. 14 und 15. Haldenseilbahn (A. Bleichert & Co., Leipzig).

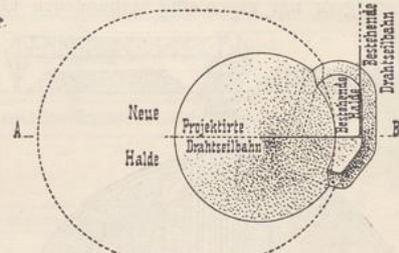
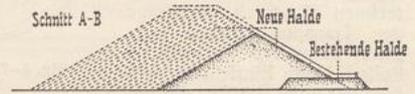


Fig. 12 und 13. Bleichert'sche Haldenseilbahn.

Verbindung mit Elevatoren (f. d.) [22]; l) durch Förderrinnen (f. d.) [23]; m) durch Kratzer (f. d.), und zwar 1 nach Fig. 3 — Kegellager — [24]; Dodge (Philadelphia) geht bei der Ausladung, Lagerung und Wiederverladung (III n) der Kohlen von dem Gefetze aus, daß

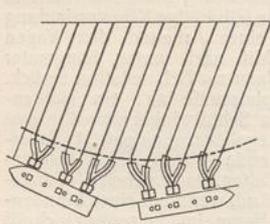


Fig. 18. Parallelgleise für Schwerkraftbahnen.

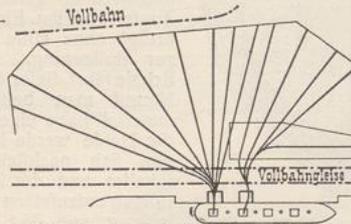


Fig. 17. Fächergleise für Schwerkraftbahnen.

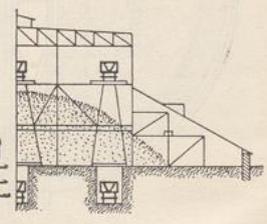


Fig. 16. Gedecktes Haufenlager (Betätigung mittels Rampen).

sich körniges, von einem hochgelegenen Punkt ausgeschüttetes Gut kegelförmig unter dem natürlichen Böschungswinkel lagert. An der einen Seite eines scherenförmigen Gefelles von der Länge der Kegelseite befreicht den Haufen eine Kratzerkette, welche die aus den Eisenbahn-

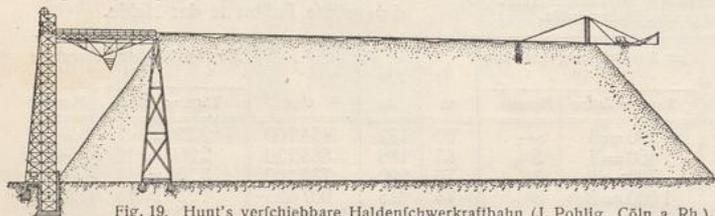


Fig. 19. Hunt's verschiebbare Haldenschwerkraftbahn (J. Pohlig, Cöln a. Rh.).

wagen (oder Schiffen) aufgenommene Kohle nach der jeweiligen Spitze des Kegels trägt (Rinnenboden wird durch ein Eisenband gebildet, das verschiebbar ist). Zur Verladung vom Lager dient eine im wagerechten Teile mit Rädern auf meist kreisförmig gebogenen Schienen laufende, messerförmig gestaltete Fördervorrichtung a (Fig. 3), welche an der Kegel grundfläche in die Haufen einschneidet, dort die Kohle fortnimmt und fie

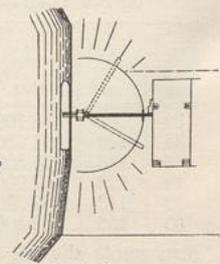


Fig. 20. Haufenlagerung mittels Pohliger Schwerkraftbahn (Kraftwerk Oberschöneweide bei Berlin).

tüber eine schiefe Ebene (Gurtförderer) hinauf zu einer an den Gleisen (oder am Ufer) erhöht gelegenen Tafel *b* bringt, aus der sie (fortiert) in die Verkehrsmittel gelangt. (Kegelhöhe 20 m, Grundflächendurchmesser 60 m; größte folche Lager 700000 t [25]); — m.) Die Link Belt Co., Chicago, (Friedenhagen, Offenbach), arbeitet vielfach nach Fig. 1 [3]: Die zwei oberen Kratzerförderer *a* und *a*₁ steigen von den unter S.-O. gelegenen Kohlenrumpfen, in welche die Wagen entladen, schiefe Ebenen hinauf; *a* trägt die Kohlen auf das Lager, *a*₁ füllt die Taschen und *c* und *d* schaffen das Gut vom Lager (III. n) zu einem Querförderer *b*, der *a*₁ speist; bei einem 3500 t-Lager ist jede Kette *a* (*a*₁) 183 m lang, Leistung 120 t/St.; n) durch Konveyor (f. d.) — Förderketten, Becherketten, Becherkabel — [26].

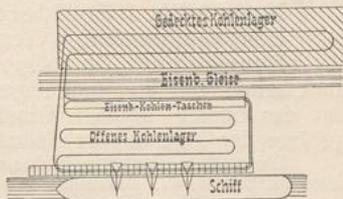


Fig. 21. Kohlenlager mit Kabelbahn.

III. Das Aufnehmen bzw. Abziehen vom Lager kann erfolgen: a) durch Handschaukel und Wagen (Landfuhrwerk [27] oder Gleiswagen [28]) oder III. b); b) durch Kübel (f. d.), die mit Handschaukeln (III. a) zu füllen sind, bzw. in die abgezapft wird [29] oder selbstfüllende Kübel [30]; c) mittels Greifern (f. d.) [31] — b) und c) in Verbindung mit Hochbahn- oder Drehkränen (f. III. g, h, i); d) nach Fig. 16 auf Tiefgleisen (Rampen, vgl. II. a); e) in Kabel- oder Kettenbahnen (II. c); f) mittels Seil- und Hängebahnen (II. d) [32]; g) durch Hochbahnkrane (Brücken- oder h) Kabelhochbahnkrane in Verbindung mit III. b) oder c) und i) [20]; i) durch Drehkrane in Verbindung mit III. b) oder c) und vielfach auch mit III. g) [33]; k) durch Kreisbahnkrane (f. II. i); l) mittels Gurtförderern [34]; m) Förderinnen (f. II. l) [35]; n) Kratzer (II. m); o) Konveyor (II. n) [26]; p) Elevatoren (f. d., Becherwerke [22] und q) Bagger (f. d.), und zwar durch Löffelbagger [36] wie auch mittels Eimerketten (Hoch- wie Tiefbagger) [37]; endlich r) durch Abpritzen (Spülverfatz) hydraulischer Abbau [38].

Literatur: [1] Buhle, Technische Hilfsmittel zur Beförderung und Lagerung von Sammelkörpern, Berlin 1906, 3. Teil, S. 319. — Abkürzung dafür sei „T. H.“ — [2] Derf., ebend., 1. Teil, S. 86 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 728). — [3] Derf., ebend., S. 62 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 79). — [4] Derf., 3. Teil, S. 4 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 523). — [5] Derf., „Hütte“, 19. Aufl., 1. Teil, S. 1272. — [6] Derf., T. H., 3. Teil, S. 238 (Deutsche Bauztg. 1906, S. 310). — [7] Derf., ebend., S. 277 ff. („Stahl u. Eisen“ 1906, S. 860). — [8] Derf., ebend., S. 45 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1357) u. S. 61 (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 450). — [9] Derf., T. H., 1. Teil, S. 61 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 78) u. S. 147 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1901, S. 735 — Dammbau). — [10] Derf., ebend., S. 44 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1356). — [11] Derf., ebend., 3. Teil, S. 6 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 527). — [12] Derf., Transport- und Lagerungseinrichtungen für Getreide und Kohle, Berlin 1899, Taf. VII—X (Glaßers Ann. 1898, II, Taf. III—VI), und T. H., 1. Teil, S. 45, u. 3. Teil, S. 169. — [13] Derf., T. H., 1. Teil, S. 42 u. 45 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1354 u. 1357), und T. H., 3. Teil, S. 16 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 553). — [14] Derf., T. H., 1. Teil, S. 91 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1095). — [15] Derf., T. H., 3. Teil, Taf. I, Fig. 53, fowie [6] u. [7]. — [16] Derf., T. H., 1. Teil, S. 47, 77, 81 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1359 ff.), u. 3. Teil, S. 252, 259, 274 („Stahl u. Eisen“ 1906, S. 652 ff.). — [17] Derf., T. H., 1. Teil, Textbl. 1 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 732). — [18] Derf., ebend., S. 74. — [19] Keppler, Journ. f. Gasbel. u. Wafferverforg. 1902, S. 697 ff. — [20] Buhle, T. H., 1. Teil, S. 93 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1096); 2. Teil, S. 45 ff. (Zentralbl. d. Bauverw. 1902, S. 270 ff.); 3. Teil, Taf. I (Gewerbleiß 1904, S. 64 u. Taf. A); „Hütte“, 19. Aufl., 1. Teil, S. 1241. — [21] Derf., T. H., 3. Teil, S. 10 (Deutsche Bauztg. 1904, S. 547) u. S. 262 ff. („Stahl u. Eisen“ 1906, S. 721 ff.). — [22] Derf., T. H., 1. Teil, S. 46 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1358 fowie D.R.P. Kl. 81 e Nr. 169561). — [23] Derf., T. H., 3. Teil, S. 22 ff. („Glückauf“ 1904, S. 858 ff.) und S. 113 („Stahl u. Eisen“ 1905, S. 1052). — [24] Derf., „Hütte“, 19. Aufl., 1. Teil, S. 1272. — [25] Derf., T. H., 1. Teil, S. 51. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1385); 3. Teil, S. 277 („Stahl u. Eisen“ 1906, S. 860). — [26] Derf., T. H., 1. Teil, S. 43 ff. (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1355). — [27] Derf., T. H., 3. Teil, S. 60 (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 450). — [28] Derf., Das Eisenbahn- und Verkehrswesen auf der Industrie- und Gewerbeausstellung in Düsseldorf 1902, Berlin 1903, S. 36. — [29] Derf., T. H., 3. Teil, S. 142. (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 430). — [30] Derf., T. H., 1. Teil, S. 92 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1096), u. 3. Teil, S. 77 (Zeitschr. f. Arch. u. Ing. 1905, S. 427, ferner v. Hanffengel, Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1906, S. 1626 ff.). — [31] Buhle, T. H., 1. Teil, S. 45 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1357), u. 3. Teil, S. 273. — [32] Derf., T. H., 1. Teil, S. 91 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1900, S. 1095). — [33] Derf., T. H., 3. Teil, S. 236 (Deutsche Bauztg. 1906, S. 305 ff.) u. S. 256 ff., 262 ff., 274 ff. („Stahl u. Eisen“ 1906, S. 716 ff., 721 ff., 857). — [34] Derf., T. H., 1. Teil, S. 99 (Zentralbl. d. Bauverw., 1900, S. 375), u. 3. Teil, S. 298 (Elektr. Bahnen u. Betriebe 1906, S. 538). — [35] Derf., T. H., 1. Teil, S. 50 (Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1899, S. 1385), fowie 3. Teil, S. 20 ff. („Glückauf“ 1904, S. 858 ff.) und S. 111 („Stahl u. Eisen“ 1905, S. 1050 ff.). — [36] Derf., T. H., 1. Teil, S. 99 (Zentralbl. d. Bauverw. 1900, S. 375). — [37] Derf., „Hütte“, 19. Aufl., 1. Teil, S. 1263, und T. H., 3. Teil, S. 230 (Deutsche Bauztg. 1906, S. 285) und S. 267 („Stahl u. Eisen“ 1906, S. 792). — [38] Derf., T. H., 3. Teil, S. 271.

M. Buhle.

Haufwerk, f. Aufbereitung.

Haumesser, f. Zapfenschneid- und Schlitzmaschine.

Haupt (Anfichtsfläche), die in die Außenseite eines Mauerwerks fallende Seitenfläche eines Steines.

L. v. Willmann.

Hauptachsen, f. Trägheitsmoment.

Hauptbahnen, f. Eisenbahn und Eisenbahnbetrieb.

Hauptdehnungen, f. Dehnung (in der allgemeinen Elastizitätslehre), Bd. 2, S. 692, und Hauptverschiebungen.

Hauptdeich, f. Flußdeiche.

Hauptdiagonalen, f. Gegendiagonalen, S. 341.

Hauptdolomit, ein hellgrauer bis gelblicher, auch wohl weißer, feinkörniger, stark zerklüfteter und splittiger, deutlich geschichteter, sehr mächtiger Dolomit, der der oberen alpinen Triasformation (Rhät) angehört und ganze Kettengebirge der sogenannten Kalkalpen ausmacht.

Die mittlere chemische Zusammensetzung ist: 56,0% CaCO_3 , 39,0% MgCO_3 , 3,8% Silikate und Eisenoxyd. Zahlreiche feine Risse bewirken einen raschen Zerfall des Gesteins zu einem lockeren Grus. Ihm eingelagert sind im Karwendelgebirg die sogenannten Seefelder Schiefer, dunkle schiefrige Mergel von 0,2—1,0 m Mächtigkeit, mit bedeutendem Gehalt an Bitumen (1—10%), das zur Asphaltgewinnung Anlaß gibt und nach Behandlung mit konzentrierter Schwefelsäure und Ammoniak die Herstellung von Ammoniumsulfatichthyl gestattet, dessen Präparate in der Heilkunde Verwendung finden. Der eigentliche Dolomit findet eine nennenswerte technische Verwendung (Straßenbefechterung, Herstellung von Zementplatten) in den östlichen Alpen und in der Wiener Gegend. *Leppla.*

Hauptdreiecksnetz, -dreieckspunkte, f. Triangulierung.

Hauptfleeth, Hauptentwässerungsgraben bedeckter Küstenmarschen, auch Hauptbinnentief genannt. Er nimmt die Nebentiefe auf und führt das Wasser derselben durch das Siel dem Außensieltief, Außentief oder Außenfleeth zu.

Hauptgeschoß, dasjenige Stockwerk eines öffentlichen Gebäudes oder Wohnhauses, welches die Haupträume enthält. Gewöhnlich ist es das erste Obergeschoß. *Weinbrenner.*

Hauptgefims (Kranzgefims, Dachgefims), bildet den oberen Abschluß und die Bekrönung des Gebäudes; es muß daher weiter als die übrigen Gefimse ausladen und zur Höhe des ganzen Baues in richtigem Verhältnis stehen. In technischer Hinsicht unterscheidet man: 1. Haupteingefimse, 2. Backsteingefimse, 3. Holz- oder Sparrengefimse.

1. Bei den monumental Haupteingefimsen bildet den Hauptteil die Deck- oder Hängeplatte (f. d.) mit ihren tragenden Untergliedern und der darüberliegenden Rinne (Kanal oder Sima) (Fig. 1) (f. Dachrinne, Bd. 2, S. 508 f.). Ferner ein Fries, der glatt gehalten oder mit plastischem oder farbigem Schmuck, Inschriften u. dergl. versehen, unten aber durch ein Band, Halsglied oder den Architrav abgeschlossen ist (f. Säulenordnung). In der Antike und dem Renaissancestil richten sich Form und Verhältnis des Hauptgefimses im allgemeinen nach den Regeln der Säulenordnungen (f. d.). Im Mittelalter aber bildeten Zinnen, Brüstungsgalerien oder starke Kehlen den bekrönenden Abschluß [1].

Die bedeutende Ausladung der Hängeplatte großer Hauptgefimse über die Gebäudeflucht erfordert besonders an den Gebäudeecken eine technische Sicherstellung, um ein Hinausziehen oder Herabstürzen der Platten zu verhüten. Dabei ist zu beachten, daß der Schwerpunkt der Platte (Fig. 2) innerhalb der Gebäudeflucht liegt. Ferner muß die Deckplatte, wenn tunlich, über die ganze Stärke der Mauer durchgreifen. Ist letzteres nicht möglich, so kann durch An-

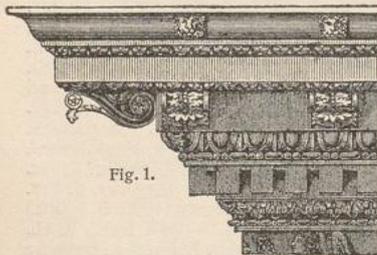


Fig. 1.

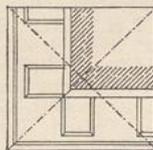


Fig. 2.

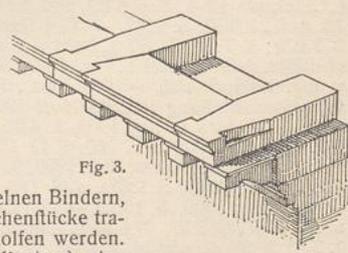


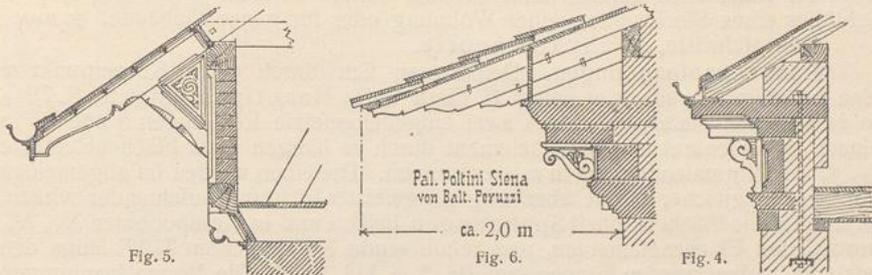
Fig. 3.

ordnung von einzelnen Bindern, die leichtere Zwischenstücke tragen (Fig. 3), abgeholfen werden. Besonders aber dient a) eine

Belastung der eingreifenden Teile durch Aufmauerung oder b) eine Verankerung nach unten mit dem Stockmauerwerk (Fig. 4) sowie c) eine Erleichterung der Hängeplatte durch Ausarbeiten von Kassaturen zur Sicherstellung der Konstruktion [1], [2]. Vgl. a. Hängeplatte (Schlußsatz).

2. Die Backsteingefimse können aus gutgebrannten, gewöhnlichen Steinen, besser aber unter Anwendung von sogenannten Normalsteinen hergestellt werden. Dabei ist zu beachten, daß durch die gegebene Abmessung des Backsteins (f. d.) eine größere Ausladung als halbe Steinbreite ausgeflohen ist. Durch allmähliches Vortreten und Überkragen, Einschleiben von Roll- und Kopfschichten und eine größere Höhe des Gefimses können schöne

Wirkungen erzielt werden [4]. Eine charakteristische Form dieser Gefimfe ist der Bogenfries. Zur reichsten und vollendetsten Ausbildung dienen die sogenannten Terrakotten, kastenartig geformte Stücke, die unter Verwendung von gewöhnlichen Steinen, Eifenklammern u. a. in das Stockmauerwerk einbinden [5]. Diese können als Tragsteine, Eierstäbe, Zahnschnitte, Kassetten, Bänder u. f. w. in einzelnen Stücken bis zu 50 cm Länge sowie auch als Friesfüllungsplatten in Flächen von 1,20 m lang und 0,70 m hoch erstellt werden. Beim Veretzen ist zu berücksichtigen, daß sie keinen Druck aushalten und trocken einzusetzen sind [2].



3. Die weitausladenden Holz- oder Sparrengemisse, die einen zierlichen und ländlichen Eindruck gewähren, finden ihre Anwendung vornehmlich an Gebäuden, die in leicht vergänglichen Stoffen, wie Holzwerk, Kalkputz u. dergl., erstellt sind, und eines Schutzes gegen Wetterschlag u. f. w. bedürfen. Diese Gemisse werden entweder durch wagrecht ausladende Balkenköpfe oder schräge Sparrenvorsprünge gebildet, mit Zwischenfeldern aus Holzschalung und Leistenwerk, und sollen in formaler Ausbildung nicht als Nachahmung von Steingemissen erscheinen (Fig. 5). Als Weite der Ausladung rechnet man bei einstöckigen Bauten 35–50 cm, für zweistöckige 50–60 cm, für höhere 90–120 cm. In der Zeit der italienischen Frührenaissance kamen Ausladungen bis 2,0 m vor (Pal. Poltini in Siena, Fig. 6). An den Holzbauten der Schweiz und Tirols sowie an landwirtschaftlichen Gebäuden betragen die Ausladungen bis zu 2,50 m.

Literatur: [1] Handbuch der Architektur, Darmstadt 1891, 3. Teil, Bd. 2, Heft 2, S. 114–169. — [2] Breyman, Baukonstruktionslehre, 1. Teil; Warth, Konstruktionen in Stein, Leipzig 1896, Kap. 2, § 4, S. 90 ff. — [3] Baukunde des Architekten, Bd. 1, 1. Teil, Berlin 1893, VIII. Steingemisse, S. 178 ff. — [4] Uhde, K., Die Konstruktionen und die Kunstformen in der Architektur, Bd. 4, Berlin 1905. — [5] Strack, H., Ziegelbauwerke des Mittelalters und der Renaissance in Italien, Berlin 1889.

Hauptgleichungen, der mechanischen Wärmetheorie, f. Wärmetheorie, mechanische.

Hauptgleise, f. Bahnhöfe, Bd. 1, S. 476 ff.

Hauptholz, Balken, in welchem mehrere Ständer eingezapft sind; auch f. v. w. Bundbalken.

Hauptjoch, f. Grubenzimmerung, S. 653.

Hauptkirche (Kathedrale), Kirche, in welcher bei Katholiken der Bischof oder Erzbischof seinen Sitz hat (f. Kathedra); bei Protestanten die Kirche, in welcher der Superintendent wirkt; oft auch gleichbedeutend mit Dom- oder Münsterkirche.

Hauptlinie, f. Bahnnetz, Eisenbahnbetrieb.

Hauptnormale, nach der Eichordnung (f. d.) diejenigen Normale, nach denen die Aufsichtsbehörden der Eichungsstellen die Kontrollnormale prüfen, und welche zu diesem Zweck nach den Kopien des Urmaßes und Urganichtes richtiggestellt sind.

Die von den Aufsichtsbehörden verwendeten Hauptnormale sind für Längenmaße: ein Meterstab als Strichnormal aus Messing, durchgehend in Zentimeter, auf die Länge von 1 dm in Millimeter geteilt; für Hohlmaße: Litermaße von 2– $\frac{1}{32}$ l aus Messing und 0,2–0,02 l aus Rotguß; für Gewichte: Gewichte von 20 kg bis 1 g aus vergoldetem Messing und 500 mg bis 1 mg aus Platin; vgl. die deutsche Eichordnung d. d. 27. Dezember 1884, bzw. 1. August 1885, § 60.

Hauptpfeiler, in dem Wölbesystem der mittelalterlichen Baukunst derjenige Pfeiler, welcher mit den Hauptgurten auch die Belastung der Einwölbung aufnimmt. Bei Kirchen rechnen hierzu auch die Vierungspfeiler.

Hauptquarzit, in der Geologie des Harzes hellgraue bis schwarzblaue Quarzite des Unterdevons, die meist dünngefichtete bis plattige sind, auf den Schichtflächen viele Glimmerblättchen zeigen und mit Tonchiefern wechsellagern. Sie dienen als Beschotterungsmaterial der Straßen und Wege.

Hauptreaktionen, f. v. w. notwendige Reaktionen; f. Fachwerke, statisch unbestimmte, Bd. 3, S. 551 ff.

Hauptfätze, der mechanischen Wärmetheorie, f. Wärmetheorie, mechanische (auch Energie, Clausius'scher Grundsatz, Entropie).

Hauptchlüssel, ein Schlüssel, mit welchem mehrere Schlösser, deren einzelne Schlösser verschieden geformt sind, geöffnet werden können. Meist gilt dies für Schlösser eines Stockwerkes, einer Wohnung oder für ganze Gebäude. *γ. Hoch.*

Hauptschnitte, f. Flächentheorie.

Hauptdruckspannungen. Denkt man sich durch einen Körperpunkt m eine beliebige Gerade n, ν gelegt (f. Figur unter Hauptspannungen, S. 791), so entsprechen dieser von m aus zwei entgegengesetzte Richtungen n und ν . In einem zu $n\nu$ senkrechten Schnittelement durch m hängen zwei Flächenelemente f_n, f_ν der Normalenrichtungen n, ν zusammen. Dieselben werden im allgemeinen mit Kräften gleicher Größe aber entgegengesetzter Richtung aufeinander wirken, welche für die Flächeneinheit Spannungen heißen und in Komponenten N_n, N_ν , normal den Flächenelementen, und resultierende Komponenten T_n, T_ν längs den letzteren zerlegt werden können (vgl. Bd. 3, S. 111, 389). Die Normalspannungen fuchen die Flächenelemente f_n, f_ν auseinander zu ziehen oder gegeneinander zu drücken und werden hiernach in Zugspannungen und Druckspannungen unterschieden; die Tangentialspannungen streben die Flächenelemente f_n, f_ν längs einander zu verschieben und werden deshalb auch Schubspannungen genannt. Für die einem bestimmten Punkte m anliegenden Flächenelemente ändern sich alle diese Spannungen erfahrungsgemäß stetig mit der Normalenrichtung n (vgl. Bd. 3, S. 391), abgesehen von gewissen Unstetigkeitschnitten, wie sie als Risse, Gelenke u. f. w. vorkommen. Für die drei zueinander senkrechten Schnittelemente, deren anliegende Flächenelemente durch die Hauptspannungen (f. d.) ergriffen sind, hat man $T_n = 0$; für andre können die Bedingungen für mathematische Maxima und Minima von T_n bei endlicher Größe dieses Absolutwerts erfüllt sein. Die entsprechenden Werte der Schubspannung T_n werden Hauptdruckspannungen genannt. Unter ihnen befindet sich die größte beim Punkte m überhaupt vorkommende Schubspannung T_n .

Bezeichnen A, B, C die drei Hauptspannungen bei m , so hat man die Hauptdruckspannungen dafelbst:

$$\left(\frac{A-B}{2}\right), \quad \left(\frac{B-C}{2}\right), \quad \left(\frac{C-A}{2}\right),$$

wobei die Klammern andeuten, daß nur die Absolutwerte genommen werden sollen. Die sechs Schnittelemente, deren anliegende Flächenelemente durch Hauptdruckspannungen ergriffen werden, gehen je durch die Richtungslinie einer Hauptspannung (oder Achse des Spannungsellipsoids) und halbieren den Winkel zwischen den beiden andern Hauptspannungen (oder Achsen des Spannungsellipsoids). Unter den gewöhnlichen Voraussetzungen der Biegungstheorie gerader und einfach gekrümmter Stäbe beispielsweise (f. Biegung) hat man die Hauptspannungen für Flächenelemente senkrecht der Biegungsebene:

$$A = \frac{1}{2}(\sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}), \quad B = \frac{1}{2}(\sigma - \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}),$$

und damit die größte Hauptdruckspannung, die einzige für Flächenelemente senkrecht der Biegungsebene:

$$S = \frac{1}{2}\sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}.$$

Ueber σ, τ f. Bd. 1, S. 792, 798. Diese Schubspannung wirkt auf die zwei Schnittelementen anliegenden vier Flächenelemente, welche Winkel von 45° mit den durch die Hauptspannungen A, B beanspruchten einschließen. Vgl. Spannungstrajektorien.

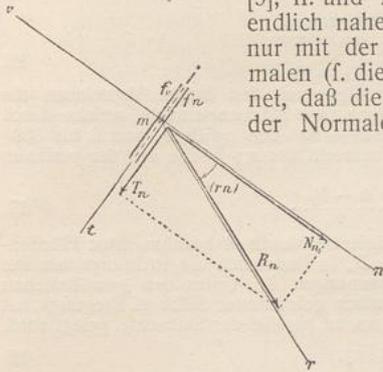
Weiteres über Hauptdruckspannungen in [6], [7]; für vollkommene Flüssigkeiten sind alle Schubspannungen gleich Null. Die Hauptdruckspannungen pflegen in der Technik weniger als die Hauptspannungen beachtet zu werden; doch wurde mehrfach und neuerdings besonders von Mohr die Ansicht vertreten, daß der Bruch eines Körpers durch Trennungen in den Flächen bedingt sei, welche durch Hauptdruckspannungen beansprucht sind [4], [5], [8], [10]. Vgl. Festigkeitsbedingung, Bd. 3, S. 718.

Literatur: [1] Winkler, Die Lehre von der Elastizität und Festigkeit, Prag 1867, S. 11. — [2] Klein, Theorie der Elastizität, Akustik und Optik, Leipzig 1877, S. 21. — [3] Grasshof, Theorie der Elastizität und Festigkeit, Berlin 1878, S. 14. — [4] Potier, Sur la direction des cassures dans un milieu isotrope, Compt. rend. 1878, LXXXVI, S. 1539. — [5] Saint-Venant, Sur la plus grande des composantes tangentielles des tensions intérieures en chaque point d'un solide et sur la direction des faces de ses ruptures, Compt. rend. 1878, LXXXVII, S. 89. — [6] Weyrauch, Theorie elastischer Körper, Leipzig 1884, S. 43, 45. — [7] Wittenbauer, Theorie der Schubspannungen und der spannungslosen Geraden, Annalen der Physik und Chemie 1896, LVII, S. 567. — [8] Harel de la Noé, Déformations et conditions de la rupture dans les corps solides, Annales

des ponts et chaussées 1900, II, S. 180. — [9] Brauer, Festigkeitslehre, Leipzig 1905, S. 30, 33. — [10] Mohr, Abhandlungen aus dem Gebiete der technischen Mechanik, Berlin 1906, S. 187. — S. a. Elastizitätslehre, allgemeine.

Hauptsignal, bei Eisenbahnsignalen, welche mit einem Vorfisignal versehen sind, gebrauchte Bezeichnung für das eigentliche Signal zum Unterschiede von dem Vorfisignal (vgl. Bahnzustandsignale).

Hauptspannungen. In jedem Schnitte durch einen Körper kann man sich zwei Flächen zusammenhängend denken, auf welche im allgemeinen Kräfte gleicher Größe aber entgegengesetzter Richtung wirken (vgl. Bd. 3, S. 111, 389). Jede dieser Kräfte läßt sich in Komponenten normal und tangential den ergriffenen Flächenelementen zerlegen, deren Werte für die Flächeneinheit Normalspannungen und Tangentialspannungen oder auch im ersten Falle Zug- und Druckspannungen, im zweiten Schubspannungen heißen (Bd. 3, S. 111). Diese Spannungen erweisen sich, abgesehen von gewissen Unstetigkeitschnitten (Risse, Gelenke, Gleitflächen u. f. w.), als stetige Funktionen des augenblicklichen oder auch des anfänglichen Orts der zugehörigen Flächenelemente (Bd. 3, S. 391; [9], II. und IV. Abschnitt); für alle einem Punkte m unendlich nahe liegenden Flächenelemente f_n ändern sie sich nur mit der Richtung n ihrer von m ausgehenden Normalen (s. die Figur). Werden die Spannungen so bezeichnet, daß die Hauptbezeichnung ihrer Richtung, der Index der Normalenrichtung des ergriffenen Flächenelements entspricht (Bd. 3, S. 389), so bedeutet N_n die Normalspannung auf das Flächenelement der Normalenrichtung n . Die Maxima und Minima dieser Normalspannungen für die einem Punkte m anliegenden Flächenelemente werden Hauptspannungen dafelbst genannt. Es bestehen im allgemeinen drei verschiedene Hauptspannungen A, B, C , die nach Absolutwert und Richtung den Halbachsen eines Ellipsoids um m entsprechen (s. Spannungs-



ellipsoid). Die Flächenelemente, welche durch Hauptspannungen beansprucht werden, besitzen keine Schubspannungen.

Es sei ein beliebiges rechtwinkliges Koordinatensystem gewählt; dann sind nach obiger Festsetzung die Spannungskomponenten in den Richtungen

	x	y	z
für Flächenelemente der Normalenrichtung x :	X_x	Y_x	Z_x
" " " " " " " "	X_y	Y_y	Z_y
" " " " " " " "	X_z	Y_z	Z_z

(ziehende Normalspannungen positiv). Sind diese Komponenten für Flächenelemente normal irgend drei zueinander senkrechten Richtungen x, y, z bekannt, so ergeben sich die Hauptspannungen als die drei Wurzeln $h = A, h = B, h = C$ der Gleichung:

$$(h - X_x)(h - Y_y)(h - Z_z) - (h - X_x)Y_z^2 - (h - Y_y)Z_x^2 - (h - Z_z)X_y^2 - 2X_y Y_z Z_x = 0, \quad 1.$$

$$h^3 - h^2(X_x + Y_y + Z_z) + h(X_x Y_y + Y_y Z_z + Z_z X_x - X_y^2 - Y_z^2 - Z_x^2) - (X_x Y_y Z_z - X_x Y_z^2 - Y_y Z_x^2 - Z_z X_y^2 + 2X_y Y_z Z_x) = 0. \quad 2.$$

Die Winkel einer beliebigen Richtung n mit den positiven Richtungen x, y, z seien $(n, x), (n, y), (n, z)$. Substituiert man einen der Werte $h = A, B, C$ in

$$s_1 = (h - X_x)Y_z + X_y Z_x, \quad s_2 = (h - Y_y)Z_x + X_y Y_z, \quad s_3 = (h - Z_z)X_y + Z_x Y_z, \quad 3.$$

$$\text{so folgen aus} \quad \cos(n, x) = \frac{s_2 s_3}{w}, \quad \cos(n, y) = \frac{s_3 s_1}{w}, \quad \cos(n, z) = \frac{s_1 s_2}{w}, \quad 4.$$

$$\text{mit den beiden Vorzeichen von} \quad w = \pm \sqrt{(s_1 s_2)^2 + (s_2 s_3)^2 + (s_3 s_1)^2} \quad 5.$$

die beiden einander entgegengesetzten Normalenrichtungen n (entsprechend n und ν in Figur) derjenigen Flächenelemente, welche durch diese Hauptspannung beansprucht werden. Für alle beliebigen zu einander senkrechten x, y, z sind von gleichen Werten:

$$X_x + Y_y + Z_z = A + B + C, \quad 6.$$

$$X_x Y_y + Y_y Z_z + Z_z X_x - X_y^2 - Y_z^2 - Z_x^2 = AB + BC + CA, \quad 7.$$

$$X_x Y_y Z_z - X_x Y_z^2 - Y_y Z_x^2 - Z_z X_y^2 + 2X_y Y_z Z_x = ABC. \quad 8.$$

Hiernach ist eine der Hauptspannungen A, B, C gleich Null, wenn für beliebige zueinander rechtwinklige Achsen:

$$X_x Y_y Z_z - X_x Y_z^2 - Y_y Z_x^2 - Z_z X_y^2 + 2X_y Y_z Z_x = 0, \quad 9.$$

es sind zwei Hauptspannungen gleich Null, wenn neben 9. gilt:

$$X_x Y_y + Y_y Z_z + Z_z X_x - X_y^2 - Y_z^2 - Z_x^2 = 0, \quad 10.$$

und sind alle drei Hauptspannungen gleich Null, so hat man noch:

$$X_x + Y_y + Z_z = 0. \quad 11.$$

Verwindet eine Hauptspannung, so folgt aus 2. mit 9. zur Berechnung der beiden übrigen:

$$h^2 - h(X_x + Y_y + Z_z) + X_x Y_y + Y_y Z_z + Z_z X_x - X_y^2 - Y_z^2 - Z_x^2 = 0, \quad 12.$$

verschwinden zwei Hauptspannungen, so liefert 12. mit 10. für die verbleibende:

$$h = X_x + Y_y + Z_z, \quad 13.$$

und ist auch die dritte Hauptspannung gleich Null, so existieren bei dem betreffenden Punkte überhaupt keine Spannungen. In obigen Gleichungen ist den üblichen Voraussetzungen entsprechend gesetzt [9], S. 30, 125, 143:

$$X_y = Y_x, \quad Y_z = Z_y, \quad Z_x = X_z, \quad 14.$$

was auch im folgenden geschehen wird.

In vielen Fällen ist von vornherein bekannt oder angenommen, daß alle einer bestimmten Ebene parallelen Flächenelemente nur von Normalspannungen oder gar nicht beansprucht werden (bei der Biegung gerader und einfach gekrümmter Stäbe die Flächenelemente parallel der Biegungsebene, bei Unterfuchung des Erddrucks auf Stützmauern diejenigen parallel dem Mauerquerschnitt u. f. w.). Werden dann, wie üblich, die Achsen der x, y parallel jener Ebene, aber sonst beliebig gewählt, so sind in obigen Gleichungen $X_z = Z_x = 0, Y_z = Z_y = 0, C$ bildet eine Hauptspannung, während sich die zwei übrigen aus

$$h = \frac{1}{2} (X_x + Y_y \pm \sqrt{(X_x - Y_y)^2 + 4 X_y^2}) \quad 15.$$

mit den beiden angedeuteten Vorzeichen ergeben. Setzt man in

$$\cos(n, x) = \pm \sqrt{\frac{h - Y_y}{2h - X_x - Y_y}} \quad 16.$$

für h den Wert einer der Hauptspannungen A, B , so folgen mit den beiden Vorzeichen die einander entgegengesetzten Normalenrichtungen derjenigen zwei Flächenelemente, welche durch diese Hauptspannung ergriffen sind. Bezeichnet $\alpha = (n, x) + 90^\circ$ den positiven, von 0 bis 360° variierenden Winkel der Spur eines Flächenelements senkrecht der x, y -Ebene mit der positiven Richtung der x -Achse, so hat man auch:

$$\operatorname{tg} \alpha = -\frac{X_y}{h - X_x} = -\frac{h - Y_y}{X_y}. \quad 17.$$

Setzt man hierin $h = A$, so ergibt sich die Richtungslinie der durch A beanspruchten Flächenelemente und der Hauptspannungen B ; setzt man $h = B$, so findet sich die Richtungslinie der von B ergriffenen Flächenelemente und der Hauptspannungen A . Unter den gewöhnlichen Voraussetzungen der Biegungstheorie gerader und einfach gekrümmter Stäbe (f. Biegung) hat man, wenn die x -Achse bei Anwendung obiger Beziehungen parallel der Stabachse gelegt wird, mit $X_x = \sigma, X_y = \tau, Y_y = 0$:

$$h = \frac{1}{2} (\sigma \pm \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}). \quad 18.$$

Die drei Hauptspannungen sind in diesem Falle:

$$A = \frac{1}{2} (\sigma + \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}), \quad B = \frac{1}{2} (\sigma - \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}), \quad C = 0. \quad 19.$$

Ueber σ, τ f. Bd. 1, S. 792, 798. Vgl. Spannungstrajektorien. Ueber reduzierte Hauptspannungen f. Festigkeitsbedingung, Bd. 3, S. 716.

Ableitung vorstehender Gleichungen [9], §§ 14, 18, weitere Beziehungen für Hauptspannungen und Anwendungen [9], §§ 14—18, [10], A. 15—21. Für vollkommene Flüssigkeiten sind die Spannungen auf alle beliebig gerichteten Flächenelemente bei einem Punkte m gleich große Normalspannungen und also auch $A = B = C = -p$, [9], §§ 45, 63. Ausdrücke der Spannungen durch die Verschiebungen für andre isotrope Körper f. Bd. 3, S. 391.

Literatur: [1] Lamé, Leçons sur la théorie mathématique de l'élasticité des corps solides, Paris 1852, S. 56 (auch 1866, S. 56). — [2] Clebsch, Theorie der Elastizität fester Körper, Leipzig 1862, S. 16. — [3] Navier, De la résistance des corps solides, avec des notes et des appendices de Saint-Venant, Paris 1864, S. 774. — [4] Winkler, Die Lehre von der Elastizität und Festigkeit, Prag 1867, S. 8. — [5] Kirchhoff, Vorlesungen über mathematische Physik, Mechanik, Leipzig 1877, S. 115. — [6] Klein, Theorie der Elastizität, Akustik und Optik, Leipzig 1877, S. 16. — [7] Grashof, Theorie der Elastizität und Festigkeit, Berlin 1878, S. 10. — [8] Mohr, Ueber die Darstellung des Spannungszustandes und des Deformationszustandes eines Körperlements, Civilingenieur 1882, S. 113. — [9] Weyrauch, Theorie elastischer Körper, Leipzig 1884, S. 14, 45. — [10] Derf., Aufgaben zur Theorie elastischer Körper, Leipzig 1885, S. 29 u. f. w. — [11] Neumann, Vorlesungen über die Theorie der Elastizität der festen Körper und des Lichtäthers, Leipzig 1885, S. 26. — [12] Brauer, Festigkeitslehre, Leipzig 1905, S. 13, 19, 27. — Weitere Literatur f. Elastizitätslehre, allgemeine.

Hauptspannungen, reduzierte, f. Festigkeitsbedingungen, Bd. 3, S. 717.

Hauptspant, die Spantform eines Schiffes, die einen Querschnitt durch den Schiffsrumpf an der breitesten Stelle wiedergibt, f. Schiffszeichnung und Schiffsberechnung.

T. Schwarz.

Hauptspießgraben (Hauptzubringer), ein Graben, welcher für die Scheiteltrecke eines Schiffahrtskanals sowie mehr oder weniger auch für die unteren Haltungen (f. d.) das nötige Wasser zuführt.

Die Entnahme des Wassers erfolgt entweder unmittelbar aus natürlichen Gerinnen oder aus Reservoirien (f. d.). Kann aus einem Flußgebiete nicht hinreichend Wasser beschafft

die Hauptverschiebungen als die drei Wurzeln $h = a, h = b, h = c$ der Gleichung: $4(h-x)(h-y)(h-z) - (h-x)gyz^2 - (h-y)gzx^2 - (h-z)gxy^2 - gxygzx = 0$, 2. welche auch geschrieben werden kann:

$$4h^3 - 4h^2(x+y+z) + 4h \left[(xxyy + yyzz + zzzx - \frac{1}{4}(gxy^2 + gyz^2 + gzx^2)) \right. \\ \left. - (4xxyyzz - xxyyz^2 - yygzx^2 - zzzgxy^2 + gxygzx) \right] = 0. \quad 3.$$

Die Winkel einer beliebigen Richtung n mit den (positiven) Richtungen x, y, z seien $(nx), (ny), (nz)$. Substituiert man einen der Werte $h = a, b, c$ in

$$s_1 = (h-x)2gyz + gzxgxy, \quad s_2 = (h-y)2gzx + gxygyz, \quad s_3 = (h-z)2gxy + gyzgzx, \quad 4. \\ \text{so folgen aus} \\ \cos(nx) = \frac{s_2 s_3}{w}, \quad \cos(ny) = \frac{s_3 s_1}{w}, \quad \cos(nz) = \frac{s_1 s_2}{w}, \quad 5.$$

mit den beiden Vorzeichen von $w = \pm \sqrt{(s_1 s_2)^2 + (s_2 s_3)^2 + (s_3 s_1)^2}$ 6. die beiden einander entgegengesetzten Richtungen n , für welche diese Hauptverschiebung eintritt. Für alle beliebigen zueinander senkrechten Richtungen x, y, z sind von gleichen Werten:

$$x_x + y_y + z_z = a + b + c, \quad 7. \\ 4(x_x y_y + y_y z_z + z_z x_x) - g_y y^2 - g_z z^2 - g_x x^2 = 4(ab + bc + ca), \quad 8. \\ 4x_x y_y z_z - x_x g_y z^2 - y_y g_z x^2 - z_z g_x y^2 + g_x y g_y z z = 4abc, \quad 9.$$

wonach sich, wie bei den Hauptspannungen (f. d.), diejenigen Beziehungen und Vereinfachungen ergeben, welche eintreten, wenn eine, zwei oder drei Hauptverschiebungen gleich Null sind. Bezeichnen ξ, η, ζ die Wege eines Körperpunktes m bei x, y, z in den Richtungen x, y, z , so sind in obigen Gleichungen (Bd. 3, S. 390, Fig. 2):

$$x_x = \frac{\partial \xi}{\partial x}, \quad y_y = \frac{\partial \eta}{\partial y}, \quad z_z = \frac{\partial \zeta}{\partial z}, \quad 10. \\ x_y = \frac{\partial \xi}{\partial y}, \quad y_x = \frac{\partial \eta}{\partial x}, \quad z_x = \frac{\partial \zeta}{\partial x}, \quad 11. \\ x_z = \frac{\partial \xi}{\partial z}, \quad y_z = \frac{\partial \eta}{\partial z}, \quad z_y = \frac{\partial \zeta}{\partial y}, \quad 12.$$

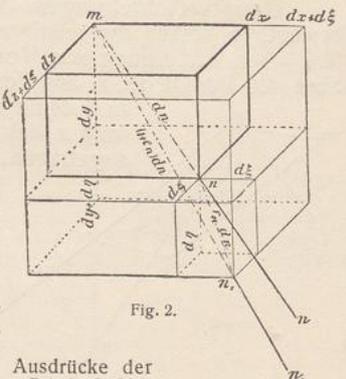


Fig. 2.

Ableitung obiger Gleichungen [3], §§ 21, 23, weitere Beziehungen betreffend die Hauptverschiebungen [3], §§ 23, 30–32, 48, 49, 57, und [4], A. 25, 27, 31, 33. Die Hauptverschiebungen gewinnen in der allgemeinen wie technischen Elastizitätslehre dadurch an Bedeutung, daß nur solche Bewegungen innerhalb der betrachteten Körper untersucht zu werden pflegen, für welche die Dehnungen e_n (Fig. 1, 2) gleich den Normalverschiebungen n_n gesetzt werden, womit auch die Hauptverschiebungen an Stelle der Hauptdehnungen treten. Vgl. a. Dehnung, Bd. 2, S. 692, Festigkeitsbedingung, Bd. 3, S. 716, und [3], §§ 30, 32. Bezüglich der Bedeutung der Summe 7. f. Dilatation. Ausdrücke der Verschiebungen durch die Spannungen für isotrope Körper Bd. 3, S. 391.

Literatur: [1] Navier, De la résistance des corps solides, avec des notes et des appendices de Saint-Venant, Paris 1864, S. 549, 779. — [2] Kirchhoff, Vorlesungen über mathematische Physik, Mechanik, Leipzig 1877, S. 96. — [3] Weyrauch, Theorie elastischer Körper, Leipzig 1884, S. 60, 83 u. f. w. — [4] Derf., Aufgaben zur Theorie elastischer Körper, Leipzig 1885, S. 55, 58 u. f. w. — [5] Neumann, Vorlesungen über die Theorie der Elastizität der festen Körper und des Lichtäthers, Leipzig 1885, S. 37. — [6] Mathieu, Théorie de l'élasticité des corps solides, Paris 1890, S. 22. — [7] Poincaré, Leçons sur la théorie de l'élasticité, Paris 1892, S. 10. — [8] Voigt, Kompendium der theoretischen Physik, I, Leipzig 1895, S. 211. — Weitere Literatur f. unter Elastizitätslehre, allgemeine. Weyrauch.

Haus, allseitig geschlossener Raum zur Unterbringung von Personen und Sachen, in der Regel in der Bedeutung als Wohnhaus (f. d.) und dann mit Nebenbezeichnung nach Maßgabe der Inwohner (vgl. Arbeiterwohnhäuser, Bauernhäuser, Fischerhäuser, Gutsbesitzerwohnhäuser); enthält der Raum vorzugsweise Sachen, so sind letztere für die Bezeichnung maßgebend (z. B. Maschinenhaus, Kesselhaus, Turbinenhaus u. f. w.).

Hausanschlüsse, f. Gasbeleuchtung, Kanalisationen der Privatgrundstücke, Wasserversorgung (der Gebäude).

Hausboote, Flöße mit zum Bewohnen eingerichteten Aufbauten.

Hausenblase, f. Klebemittel.

Hausflur (Dähle, Oehrn u. f. w.), f. Diele.

Hausleitungen, f. Gasbeleuchtung und Wasserversorgung (der Gebäude).

Hausmannit, ein Mineral, Manganoxyduloxyd Mn_3O_4 (72,05% Mn) nebst kleinen Beimengungen von SiO_2 und BaO .

Kristallisiert tetragonal; meist derb. Metallglänzend, undurchsichtig, eisenschwarz mit rotbraunem Strich. Spaltbar nach zwei Richtungen; spröde. Härte $5-5\frac{1}{2}$, spez. Gew. 4,7–4,8.

Löslich in Salzfäure unter Chlorentwicklung. Vor dem Lötrohr unfschmelzbar. In großen Mengen bei Pajsberg und Nordmarken in Wernland (Schweden) im Dolomit vorkommend. Ist zumeist im Braunstein neben andern Manganverbindungen enthalten und teilt mit ihm dessen Verwendungsarten (Mangangewinnung, Chloridarteflung, Glafuren und Porzellanmalerei). *Leppia.*

Hausmarke, Zeichen an Häufeln, um deren Besitz zu vermerken.

Seit der zweiten Hälfte des 13. Jahrhunderts faßt in ganz Europa gebräuchlich. Charakteristisch an derselben ist ein fenkrechter Strich (das Fulcrum), an den sich andre Formen anschließen, so daß Buchstaben, griechische Kreuze, Merkurstäbe, Maueranker, Krähenfüße u. f. w. entstehen; später kamen Dreiecke, Vierecke, Pentagramme, Werkzeuge u. f. w. hinzu. Sie dürfen nicht mit den Steinmetzzeichen verwechselt werden. *Weinbrenner.*

Hausrot, f. Ocker.

Hauschwamm, f. Holzkonservierung.

Haufstein, entweder ein behauener oder ein zum Behauen bestimmter Bruchstein.

Haufsteinverband (Werksteinverband), im Gegensatz zu den bei den regelmäßig geformten künstlichen Steinen verwendeten Verbandarten (f. Backsteinverband) derjenige Steinverband, bei welchem die zugerichteten natürlichen Steine (Werksteine) nicht von gleicher Größe zu fein brauchen, sondern sich der Formgebung des Bauwerks und den Regeln des Steinchnitts anpassen. Bei regelmäßiger Form der Werksteine entsteht der Quaderverband; f. d. und den Art. Steinchnitt. *L. v. Willmann.*

Haustelegraphen, elektrische Anlagen zur Uebermittlung von Signalen oder Nachrichten von einem Raume zum andern. Man unterscheidet: 1. Haustelegraphenanlagen im engeren Sinne oder gewöhnliche Haustelegraphen, bei denen Wecker oder elektrische Klingeln sowie Anzeigeapparate mit Fallscheiben (Tableaus) als Signalapparate dienen. 2. Haustelegraphenanlagen, bei denen Mikrophon und Fernhörer in ähnlicher Weise zur Uebermittlung der Nachrichten dienen wie beim öffentlichen Fernsprechbetriebe. 3. Pherophon- oder Mikrotelephonanlagen, bei denen unter Benutzung der Wecker, Fallscheibenapparate, Batterien und Leitungen der gewöhnlichen Haustelegraphen ein Haustelegraphenbetrieb in kleinem Maßstabe ermöglicht wird.

I. Gewöhnliche Haustelegraphenanlagen.

1. **Apparate.** — a) Kontaktvorrichtungen. — Sie dienen dazu, den zur Betätigung der Wecker und Anzeigeapparate erforderlichen elektrischen Strom durch Aufeinanderpressen zweier Stromschlußfedern *a* und *b* (Fig. 1) in die Leitung zu fenden. Man unterscheidet hauptsächlich: Druckkontakte, Zugkontakte, Tretkontakte und Fortschellkontakte.

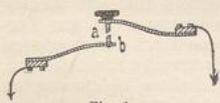


Fig. 1.

Die einfachste Form der Druckkontakte ist der „Druckknopf“ oder Kontakknopf (Fig. 2), der an der Wand, und zwar zweckmäßig in der Nähe der Türen befestigt wird, damit man nicht in der Aufstellung der Möbel behindert ist. Die beiden schneckenförmig gebogenen Stromschlußfedern bestehen aus Neufilber, der bewegliche Druckknopf, der durch die obere größere Feder so weit nach außen gedrückt wird, bis er mit seinem Rande an dem auf die Grundplatte aufgeschraubten rosettenförmigen Deckel ein Widerlager findet, wird aus Holz, Porzellan, Elfenbein oder Horn gefertigt. In der Ruhelage des Druckknopfes tritt eine Berührung der beiden Neufilberfedern, von denen isolierte Drähte durch ein Loch der Grundplatte nach der Leitungsanlage führen, nicht ein. Ein Stromschluß erfolgt nur dann, wenn durch Niederdrücken des Knopfes die Kontaktfedern einander berühren. Hört der Druck wieder auf, so bewirkt die Elastizität der Federn die sofortige Aufhebung des Kontaktes. Die Druckkontakte stellt man je nach den Verwendungszwecken in den mannigfaltigsten Formen her; man fertigt Wandkontakte mit mehreren auf eine Holzplatte montierten Druckknöpfen, Druckkontakte für Haus- und Korridortüren, ferner Birnenkontakte, Preß- oder Quetschkontakte und Tischkontakte. Letztere Kontaktvorrichtungen dienen der Bequemlichkeit, indem sie es ermöglichen, das Klingelsignal vom Sitze oder vom Ruhelager aus zu geben.

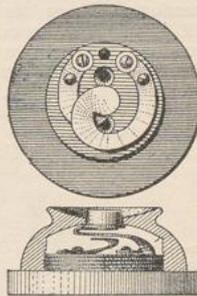


Fig. 2.

Birnenkontakte werden aus allen Holzarten und auch aus Metall mit einer, zwei und mehr Drucktafeln hergestellt. Der Konfruktion der Drucktafeln liegt das Prinzip der gewöhnlichen Druckkontakte zugrunde. Das zur Verbindung der Birne mit der Leitungsanlage dienende Kabel hat demnach drei oder mehr Leitungsadern. Bei der dreikontaktigen Birne befinden sich die drei Kontaktfedern $f_1 f_2 f_3$ (Fig. 3) auf einem Einsatzstück aus Holz, an dem unten die gemeinschaftliche Kontaktplatte *r* in Gestalt eines Metallringes *r* angeschraubt ist. Zu jeder Kontaktfeder und zu der mit dem Metallringe verbundenen Metallplatte *p* führt je eine Ader des Verbindungskabels.

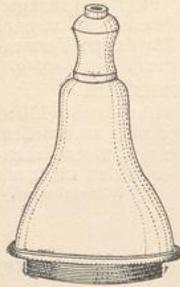


Fig. 3.

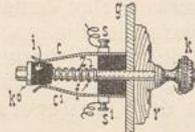


Fig. 4.

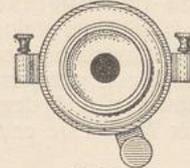


Fig. 5.

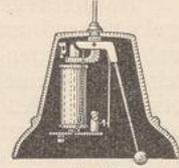


Fig. 6.

Preß- oder Quetschkontakte bestehen meist aus einem aufgeschlitzten Holzzylinder, dessen innere Flächen mit zwei Metallscheiben belegt sind, die in der Ruhelage einander nicht berühren.

Tischkontakte kommen hauptsächlich für Schreibtische und Speisetische zur Verwendung. Ihre einfachste Ausführungsform besteht aus einem gewöhnlichen Druckknopf, wie er für feste Wandkontakte Verwendung findet. Die Grundplatte ist mit einer Bleieinlage beschwert. Eleganteren Formen sind den besseren Briefbeschwerern nachgebildet.

Zugkontakte werden hauptsächlich für Haus- und Korridorüren verwendet und sind folgendermaßen konstruiert. Eine Zugfange z (Fig. 4) wird mit ihrem Knopf k in der Ruhelage durch die Wirkung der Spiralfeder f gegen die auf der Grundplatte g befestigte Rosette r gedrückt. Auf der Rückseite der Grundplatte ist ein Hartgummistück angeschraubt, das die beiden Kontaktfedern c und c_1 trägt. Diese berühren in der Ruhelage das aus einem Hartgummiring bestehende Isolierstück i der Zugfange,

hinter dem die Kontaktscheibe k^0 angebracht ist. Die Zuführungsdrähte werden an die Klemmschrauben s und s_1 gelegt. Sobald an dem Knopf k gezogen wird, gelangt die Kontaktscheibe k^0 zwischen die Kontaktfedern c und c_1 und stellt Stromschluß her.

Tretkontakte oder Fußkontakte kommen als feste oder transportable Kontaktvorrichtungen zur Verwendung und werden zumeist unter Schreibtischen und Speisetischen angeordnet, daß sie unbemerkt durch einen Druck mit dem Fuße betätigt werden können.

Fortseilkontakte (Fig. 5) ermöglichen eine dauernde Signalgebung. Sie bestehen aus einem gewöhnlichen Druckknopf, auf dessen Rückseite noch eine Fortseilvorrichtung angebracht ist. Letztere besteht aus einem einfachen Hebel, der in entsprechender Lage dauernden Kontakt zwischen den Stromschlußfedern herstellt. Bei dieser Hebellage arbeiten die in die Leitung eingeschalteten Wecker andauernd; sie läuten so lange, bis der Hebel wieder zurückgeschoben wird. Ueber Sicherheitsfeuermelde- und Notsignalkontakte für Alarmvorrichtungen und Feuerchutz, über sonstige Kontakte: Badezimmerkontakte, luft- und wasserdichte Kontakte für Bergwerke und Gruben; f. [1].

b) Wecker. — Am häufigsten finden die unter Alarmvorrichtungen bereits beschriebenen Rasselwecker für Selbstunterbrechung, weniger solche für Nebenschlußhaltung Verwendung. Einige der gebräuchlichsten Ausführungsformen des Rasselweckers sind die Wecker mit Schalmeglocke oder Ruffenglocke und die Tirolerglocken. Erstere kommen da zur Verwendung, wo mehrere Wecker an einem Orte vorhanden sind und sich daher durch verschiedenen Klang unterscheiden müssen. Die Tirolerglocken sind kräftig tönende Läutwerke für Fabriken, öffentliche Gebäude u. f. w., bei denen der auf Selbstunterbrechung geschaltete Elektromagnet sich im Innern der Glocke befindet und daher vor Witterungseinflüssen geschützt ist. Bei Tirolerglocken, die besonders laute und ausklingende Schläge geben sollen, werden die Elektromagnetkerne (Fig. 6) durch Polschuhe p nach oben verlängert. Die Polschuhe sind entsprechend der

Schwingungskurve des Ankers ausgeschnitten, so daß dieser dicht vor ihnen frei schwingt. Es wird dadurch ein starker Hub und ein freies Ausschlagen des Klöppels bedingt. Wecker, die zur dauernden Verwendung im Freien bestimmt sind, erhalten wasserdichte Gehäuse. Besonders widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit, chemische Einflüsse u. f. w. ist der wasser- und gasdichte Membranwecker der Firma Siemens & Halske, A.-G., Nonnendamm bei Berlin, der fogar unter Wasser Verwendung finden kann, ohne zu leiden. Der dichte Abschluß wird durch eine Membran erreicht, die als flache Scheibe über dem Abschnitt eines das Weckerwerk umschließenden Gußeisengehäuses mit diesem verlötet ist oder als Zylinder einen Teil des Gehäuses bildet und die an der äußeren Seite den Klöppel und an der inneren den Anker trägt.

Soll ein Wecker neben dem Glockensignal noch ein sichtbares Zeichen geben, so wird er mit einer Markierscheibe versehen, die am Mittelarm eines dreiarmligen Winkelhebels (Fig. 7) befestigt ist. Der kurze, keilförmig zugespitzte Arm dieses Winkelhebels ruht mit seinem äußersten Ende auf einem in den Wecker eingelassenen Stift s . Wird der Anker durch den Elektromagnet angezogen, so verliert der Winkelhebel seinen Stützpunkt bei s und dreht sich unter der Wirkung der Spiralfeder f , so daß die Markierscheibe hinter dem im Schutzkasten des Weckers angebrachten Glasfensterchen sichtbar wird. Durch einen kurzen Zug an der am dritten Arme des Winkelhebels angebrachten Schnur wird die Markierscheibe wieder in die Ruhelage eingefstellt.

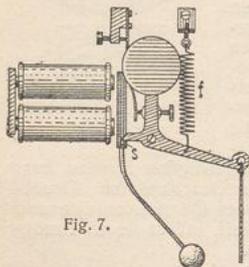


Fig. 7.

Fortfchellwecker läuten bei einmaligem Druck des Kontaktknopfes so lange weiter, bis der Fortfchellmechanismus durch einen Zug an der Schnur eines seitlich am Apparat befindlichen Hebels abgestellt wird.

Läutewerke für Einzelschläge geben in kurzen Zeitpausen von 2 oder mehr Sekunden einen langsam ausklingenden starken Ton. Von diesen sind besonders hervorzuheben: das Läutewerk für Einzelschläge von Theodor Wagner in Wiesbaden [1] und die langsam schlagende Glocke oder der Universalwecker von Mix & Genest in Berlin [2].

Summer oder Schnarrwecker haben weder Glocke noch Klöppel. Das schnarrende Signal wird durch die schnellen Schwingungen des Weckerankers hervorgebracht.

Klangfederwecker besitzen an Stelle der Glockenschale eine aus Stahldraht gewundene Klangfeder, wie sie bei Zimmeruhren verwendet werden.

c) Fallfcheibenapparate (Tableaus) kommen in den Zentralfellen der Haustelegraphenanlagen mit einer größeren Anzahl von Anrufstellen zur Verwendung; es sind Anzeigevorrichtungen, die außer einem für alle Leitungen gemeinsamen Wecker noch für jede Leitung eine besondere Fallfcheibenklappe enthalten. Man unterscheidet hauptsächlich Apparate mit mechanischer und solche mit elektrischer Abfteilung.

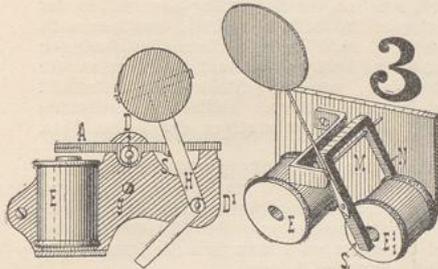


Fig. 8.

Fig. 10.

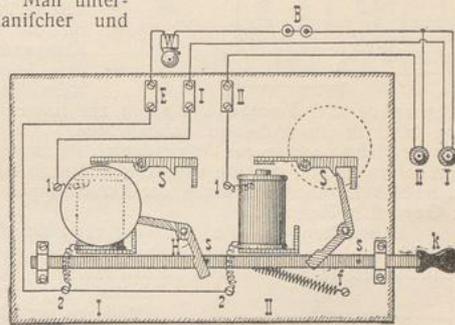


Fig. 9.

Fallfcheibenapparate mit mechanischer Abfteilung. Auf den Eifenkern des Elektromagneten *E* (Fig. 8) ist eine Drahtrolle aufgeschoben; der zweite Pol wird durch das rechtwinklig umgebogene Stück *g* des Gefells gebildet. Der Elektromagnetanker *A* ist um *D* drehbar und besitzt an seinem rechten Ende einen Sperrhaken *S*, gegen den sich der um *D*₁ drehbare Hebel *H* legt. Wird der Anker durch den elektrischen Strom angezogen, so gibt der Sperrhaken *S* den Hebel *H* frei. Infolge seines Eigengewichts fällt der Hebel *H*, dessen oberer Arm eine Scheibe mit einer Nummer oder einer sonstigen Bezeichnung trägt, nach vorn. Jede Leitung enthält eine Fallfcheibenklappe; die Klappen werden in einen hölzernen Kasten eingebaut. Die Vorderwand dieses Kastens besteht aus einer Glasplatte, deren Rückseite mit Ausnahme der Stellen schwarz gedeckt ist, hinter denen die herabfallenden Schauzeichen sichtbar werden sollen. Fig. 9 veranschaulicht einen Apparat mit zwei Fallklappen. Die Klappe I ist durch einen Anruf zum Abfallen gelangt, während II sich in der Ruhestellung befindet. Die mit den Klemmen I und II des Apparatkastens zu verbindenden Leitungen führen von diesen Klemmen zu den Klemmen 1, an die je ein Ende der Elektromagnetwicklung gelegt ist; das andre Ende ist an die Klemme 2 geführt. Sämtliche Klemmen 2 werden untereinander verbunden; diese Drahtverbindung ist an die Klemme *E* geführt, an welche auch die für sämtliche Leitungen gemeinsame Rückleitung gelegt ist. In die gemeinsame Rückleitung ist ein für alle Leitungen gemeinsamer Wecker *W* und eine gemeinsame Batterie *B* eingeschaltet. Die mechanische Vorrichtung zum Aufrichten der Klappen besteht aus einer in zwei Führungen verschiebbaren Messingfange mit dem Knopf *k*, die durch eine Spiralfeder *f* nach rechts gezogen wird. Auf der Messingfange sitzt für jede Fallfcheibe ein Stift *s*, der den unteren Arm des Hebels *H* nach vorn drückt, sobald die Stange nach links geschoben wird. Der obere Arm des Hebels *H* bewegt sich dadurch in seine nahezu senkrechte Ruhelage, und seine Schneide legt sich hinter den Sperrhaken *S*, wodurch die Klappe wieder in der Ruhelage festgelegt ist.

An Stelle der gewöhnlichen Fallklappen kommen namentlich in größeren Anlagen für Hotels u. f. w. Schauzeichen mit drehbarer Zeichenscheibe zur Verwendung. Je nachdem man mittels des Druckknopfes einen, zwei oder drei Stromflöße sendet, wird die Zeichenscheibe um ein Viertel, zwei oder drei Viertel gedreht, so daß hinter dem Fenster des Apparatkastens die Zahl 1, 2 oder 3 erscheint [1].

Fallfcheibenapparate mit elektrischer Abfteilung (Stromwechselftableaus). Sie sind für starken Betrieb zu empfehlen; die Abfteilung geschieht bei ihnen durch den elektrischen Strom langsam und stoßfrei, so daß sie erheblich länger betriebsfähig bleiben als Apparate mit mechanischer Abfteilung. Das Schauzeichen (Fig. 10) besteht aus zwei voneinander unabhängigen, jedoch auf gemeinsamer Grundplatte befestigten Elektromagneten *E* und *E*₁. Zwischen ihnen ist ein Hufeisenmagnet *M* in einem auf der Grundplatte angeschraubten Winkelstück drehbar so angeordnet, daß er sich mit seinen Polen gegen *E* oder *E*₁ anlegen kann. An dem Hufeisenmagnet ist ein Arm mit einer schwarzen Scheibe befestigt, die so schwer ist, daß sie mit dem Magnet in der ihm durch die Stromwirkung gegebenen Lage liegen bleibt. In der Ruhelage steht die schwarze Scheibe vor dem Fensterchen des Apparatkastens. Wird aber durch die Spule des Elektromagneten *E* ein Strom so geschickt, daß der Elektromagnetkern den Hufeisenmagnet abflößt,

so bewegt sich letzterer nach rechts und legt sich gegen den Elektromagnet E_1 . Die schwarze Scheibe legt sich infolgedessen nach links und läßt die hinter ihr befindliche Ziffer sichtbar werden. In der Zeichnung hat der Hufeisenmagnet den Südpol S vorn, den Nordpol N also hinten; die Stromrichtung muß demgemäß so sein, daß das vordere Ende des Elektromagnetkerns E ebenfalls südpolartig und das hintere nordpolartig wird. Die Abstellung der Fallklappe geschieht durch die Wirkung eines elektrischen Stromes auf den Elektromagnet E_1 . Dieser Strom muß ebenfalls so gerichtet sein, daß der Elektromagnet E_1 den Hufeisenmagnet abtöbt; also es muß wiederum vorn ein Südpol und hinten ein Nordpol gebildet werden. Die Signalfscheibe wird damit in ihre Ruhelage zurückgebracht und verdeckt wieder die Schauzeichenziffer. Fig. 11 stellt einen Stromwechsellappapparat mit zwei Klappen in Verbindung mit einem Wecker W schematisch dar (E = Klemme für die gemeinschaftliche Rückleitung, 1 und 2 = Leitungsklemmen, Z und K = Klemmen für die Batteriezuführungen, $E_1 E_1'$ und $E_2 E_2'$ = Klappenelektromagnete, D = Abstellkontakt). Für kleinere Anlagen, wo sich die Bedienung dauernd in der Nähe des Schauzeichenkastens aufhält, kommen auch

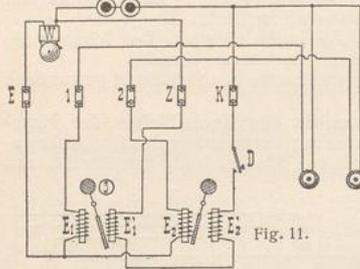


Fig. 11.

Apparate mit Pendelklappen zur Anwendung, die nach einigem Hinundhererschwingen von selbst in die Ruhelage zurückkehren. — In größeren Anlagen kommen noch besondere Kontrollapparate zur Anwendung, die es ermöglichen, von einer Stelle aus die Aufsicht darüber zu führen, daß die angezeigten Anrufe sofort beachtet werden. Vielfach in Gebrauch findet sich zu diesem Zwecke der Kontrollapparat mit Magnetnadelanzeiger der Firma Mix & Genest in Berlin [2].

2. Schaltungen. Die Schaltung einer Haustelegraphenanlage muß möglichst einfach und übersichtlich sein, damit die Anlage gut und zuverlässig arbeitet und damit bei auftretenden Fehlern diese leicht gefunden werden können. Die nachstehend aufgeführten Schaltungen enthalten einige für die Praxis besonders in Betracht kommenden Fälle; an der Hand derselben wird man sich die Schaltungen für andre Fälle selbst entwerfen können.

a) Die gewöhnliche elektrische Klingelanlage mit einem Wecker und einem oder mehreren

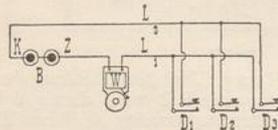


Fig. 12.

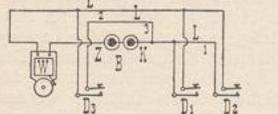


Fig. 13.

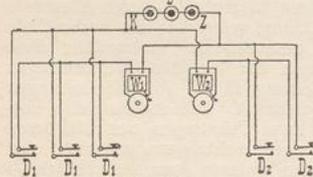


Fig. 14.

Druckknöpfen (Fig. 12). Man legt durch alle Räume, in welchen Druckknöpfe oder sonstige Kontaktvorrichtungen $D_1 D_2 D_3$ angebracht werden sollen, vom Wecker W aus einen Leitungsdraht L_1 und verbindet diesen durch angelötete Abzweigungsdrähte mit einer Kontaktfeder jedes Knopfes. Die zweite Feder jedes Knopfes wird mit der gemeinsamen Rückleitung L_0 und durch diese mit dem Kupferpol K der Batterie verbunden. Der Zinkpol Z der Batterie steht mit dem Wecker in Verbindung. Kann die Batterie nicht beim Wecker aufgestellt werden, so daß z. B. die Anbringung eines Kontaktknopfes D_3 (Fig. 13) zwischen Batterie und Wecker erforderlich ist, so muß der Abzweigungsdraht L_3 bis zum Drahte L_1 , d. h. bis zum Kupferpole der Batterie verlängert werden.

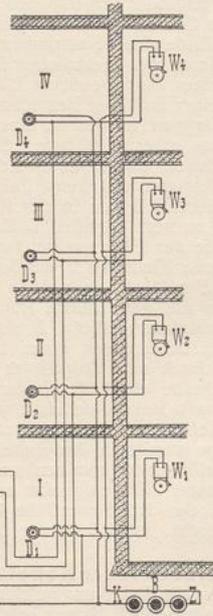


Fig. 15.

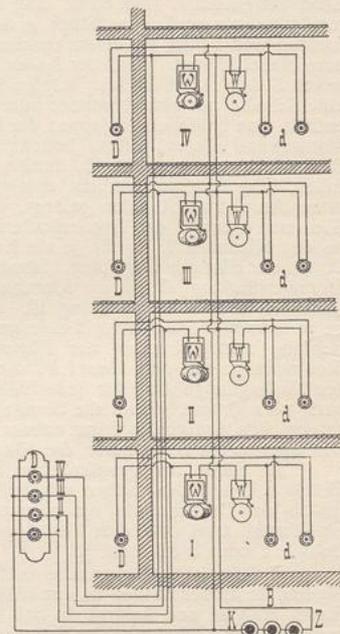


Fig. 16.

b) Signalanlage mit zwei Weckern und mehreren Kontaktvorrichtungen (Fig. 14). Durch den Schluß der Kontaktvorrichtungen D_1 wird der Wecker W_1 und durch den Schluß von D_2 der Wecker W_2 zum ertönen gebracht.

c) Einfache Signalanlage für ein Wohnhaus. Schaltung Fig. 15 sieht für jede der vier Etagen einen Wecker W_1, W_2, W_3, W_4 vor, der sowohl durch einen Druck- oder Zugkontakt $D I-IV$ an der Haustür als auch durch einen solchen D_1-4 an der Korridortür in Tätigkeit versetzt werden kann. Soll neben dem Wecker noch in jeder Etage ein zweites Läutwerk angebracht werden, das durch die in den einzelnen Zimmern befindlichen Kontaktvorrichtungen d in Tätigkeit gesetzt werden kann, so hat die Schaltung nach Fig. 16 zu erfolgen. Die Batterie B , die gemeinsam für das ganze Haus verwendet wird, ist zweckmäßig im Keller unterzubringen.

d) Einfache Fallscheibenanlage für ein ganzes Haus (Fig. 17). Die Wecker W_1 werden von der Kontaktplatte D_1 vom Haustor aus, die Wecker W_2 von dem entsprechenden Druckknopf D_2 an der Vorfahrtür und die Wecker W_3 sowie die Fallscheiben von



Fig. 18.

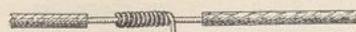


Fig. 19.

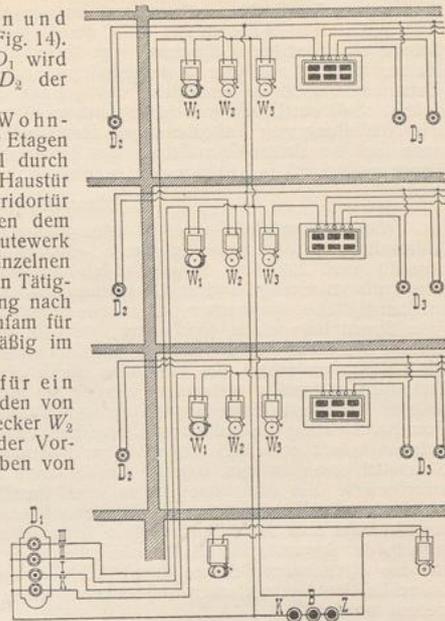


Fig. 17.

dem entsprechenden Druckknopf D_3 in den einzelnen Zimmern betätigt. Die Wecker müssen mit verschieden tönenden Glockenschalen ausgerüstet werden, damit man schon am Ton erkennen kann, woher der Anruf gekommen ist. Die für die gefamte Anlage gemeinschaft-

liche Batterie B ist ebenfalls zweckmäßig im Kellergeschoß unterzubringen. Will man aber bei größeren Anlagen in Häusern mit vielen Etagen die Betriebsfähigkeit der Anlage nicht von dem Zustande einer einzigen Batterie abhängig machen, so werden besondere Batterien in jeder Etage aufgestellt. Diese werden an denjenigen Stellen in die einzelnen Etagenstromkreise eingeschaltet, wo die Zuführungen zu den Weckern und Druckknöpfen von den gemeinschaftlichen Batteriedrähten abzweigen; letztere kommen hier in Wegfall.

3. **Stromquellen.** Bisher wurden vorzugsweise die in zahlreichen Formen ausgeführten nassen Zinkkohlenelemente (Leclanché-Elemente) benutzt. Bewährt haben sich u. a. besonders: Das Kohlenelement der Reichstelegraphie, das Standkohlenelement von Mix & Genest in Berlin, das Braunkohlenelement von Keifer & Schmidt in Berlin, das Brikettelement von A. Leffing in Nürnberg und das Beutelbrikettelement von Mix & Genest. In neuerer Zeit findet dagegen die als „Trockenelement“ bezeichnete Ausführungsform des Zinkkohlenelements immer mehr Eingang. Das Trockenelement enthält die Flüssigkeit in Form eines Breies oder einer feuchten Paste und ist oben dicht verschlossen; es kommt bereits gebrauchsfertig in den Handel, läßt sich leicht transportieren und bequem handhaben. Bewährte Trockenelemente sind u. a. das Gäßner'sche Trockenelement, das Hellefen-Patenttrockenelement, das Hydra-Patenttrockenelement, das Trockenelement Electra, das Element Thor, Leffings Dauerelement sowie die Trockenelemente von Eggert, Schneeweis und Eschenbach. Die angeführten Stromquellen kommen auch für Haustelegphonanlagen zur Verwendung; für größere derartige Anlagen werden zuweilen auch Sammler, Akkumulatoren oder Sekundärelemente benutzt.

4. **Herstellung der Leitungen.** Zu den Leitungen für Haustelegraphen und Haustelegphone innerhalb der Räume wird ausschließlich isolierter Kupferdraht verwendet, der im allgemeinen einen Durchmesser von 1 mm besitzt. Zur Isolierung des Drahtes dienen: Guttapercha, Gummi, mit Wachs oder Asphalt getränkte Baumwolle u. f. w. Zum Schutz gegen äußere Beschädigung und gegen Feuchtigkeit sowie zur Erhöhung der Isolierfähigkeit wird die Leitung in der Regel mit einer Umspinnung aus Baumwolle oder Zwirn, einer Umwicklung von Hanfband u. dergl. versehen und in besonderen Fällen mit einem Bleimantel umpreßt oder in Isolierrohr aus Papier eingezogen. Die äußere Umhüllung des Leitungsdrahtes wird in den verschiedensten Farben hergestellt. Zur Befestigung freiliegender Leitungen in trockenen Räumen dienen eiserne Drahtstifte, Haken und Klammern, die zum Schutz gegen Verrosten verzinkt sein müssen. Für feuchte Räume sind Bleirohrkabel zu empfehlen, oder man muß die Wachsdrähte über kleine Isolierrollen aus Porzellan führen. In vornehmen Räumen, wo die Leitungen dem Auge entzogen sein sollen, zieht man die Drähte in Isolierrohre, die in Rinnen des Mauerputzes eingelassen und vergipft werden. Es kommen hauptsächlich sogenannte Bergmann-Rohre (Firma Bergmann, A.-G., Berlin 65) zur Verwendung, die aus mit schwer schmelzbarem Kohlenwasserstoff getränktem Papier in Längen von 3 m und Weiten von 9–29 mm hergestellt werden. Zur Ver-

bindung zweier Drähte entfernt man an den zu verbindenden Stellen die Isolierung auf etwa 6 cm mit einem Messerrücken oder durch Abbrennen; dann macht man die Enden mittels Schmirgelpapiers metallisch rein, legt sie entgegengesetzt übereinander und dreht sie mit zwei Flachzangen, wie in Fig. 18 dargestellt ist, zusammen. Die Verbindungsstelle ist mehrfach mit Guttaperchapapier zu umhüllen, das gelinde erwärmt wird und sich dann um den Draht anlegt. Soll ein Draht von einem andern abzweigend werden, so geschieht dies nach Fig. 19. Die Herstellung von Außenleitungen für Haustelegraphen und Haustelephone erfolgt allgemein nach den bewährten Grundsätzen der Reichstelegraphie, die im Abschnitt Telegraphie erörtert werden. S. a. Leitungen, elektrische.

II. Haustelephonanlagen.

Jede Sprechstelle einer Haustelephonanlage erhält in der Regel zur Ausrüstung ein Mikrophon, ein oder zwei Telephone, einen Klingelwecker und einen Apparat zum Geben des Anrufstromes. Letzterer ist gewöhnlich ein Magnetinduktor, der beim Drehen seiner Kurbel den Ruffstrom erzeugt und in die Leitung sendet. Der Ruffstrom kann jedoch auch einer galvanischen Batterie entnommen und mittels einer Taste entandt werden. Als Hilfsapparat braucht jede Sprechstelle einen Umschalter, der die im Ruhezustande mit dem Wecker verbundene Leitung selbsttätig auf die Sprech- und Hörapparate umlegt, sobald gesprochen werden soll. Ist die Leitung außerhalb des Gebäudes durch die Luft geführt oder kann sie mit oberirdischen Leitungen zeitweilig verbunden werden, so müssen die Apparate durch vorgeschaltete Blitzableiter gegen die Entladungen der atmosphärischen Elektrizität geschützt werden. Wenn die Fernsprechleitung die Starkstrom führenden Leitungen elektrischer Licht- oder Kraftübertragungsanlagen kreuzt oder sich ihnen bis zur Berührungsgefahr feitlich nähert, sind außerdem noch Schmelzsicherungen zum Schutze der Apparate und Menschen gegen Uebertritt von Starkstrom erforderlich. Zur Aufnahme der zu einer Fernsprechstelle gehörigen Apparate dienen Gehäuse von Holz oder Metall in den verschiedenartigsten Formen, die entweder an der Wand aufgehängt werden oder zum Aufstellen auf dem Schreibtisch u. f. w. eingerichtet sind. Das Konstruktionsprinzip der Apparate für die Haustelephonie ist im allgemeinen daselbe wie das der Apparate für den öffentlichen Telephondienst (s. Telephonie). Hier sollen daher nur einige der gebräuchlichsten Spezialformen besprochen werden, die besonders für Zwecke der Haustelephonie gebaut werden.

Bei Fernsprechanlagen, die auf das Innere eines Hauses beschränkt bleiben, genügen wohlfeile Apparate mit Fernhörern und Weckern von geringem Widerstande. Wenn dagegen über längere Leitungen gesprochen werden soll und insbesondere wenn es sich um Nebenstellen handelt, die mit den Leitungen der Reichspost zu verbinden sind, so müssen auch die von dieser eingeführten Apparatypen oder wenigstens gleichwertige Apparate Verwendung finden.

1. Apparate und Schaltungen. — Wandapparate für Batterieanruf. Sie kommen für Hausfernprechanlagen mit kurzen Leitungen zur Verwendung, die nur wenige Ohm Widerstand haben. Fernhörer und Wecker

haben ebenfalls nur geringen Widerstand. Zum Betriebe eines solchen Weckers reicht die Mikrophonbatterie aus, eines Induktors bedarf es daher nicht. Fig. 20 stellt einen von der Firma Mix & Genest in Berlin gebauten Wandapparat dar, der vielfach zur Einführung gekommen ist. Der Apparat enthält in der Tür des hölzernen Kästchens das Mikrophon, den Hakenumschalter und die Wecktafel, im Innern des Kästchens zwei Trockenelemente und unterhalb deselben den Wecker mit Selbstunterbrechung. Links ist das doppelpolige Dofentelephon abgebildet, das im Ruhezustande in die den Sprechtrichter des Mikrophons bildende Metallkapsel eingesetzt ist; in dieser Lage drückt es den oberhalb des Mikrophons sichtbaren Hakenumschalter nach oben. An die Klemmschrauben 1 und 2 werden die Hin- und Rückleitung gelegt. Eine Mikrophoninduktionsrolle fehlt; der Apparat ist für „direkte“ Schaltung

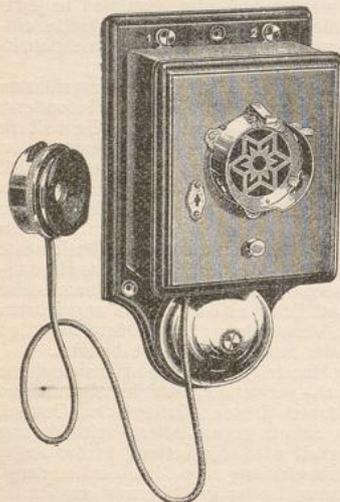


Fig. 20.

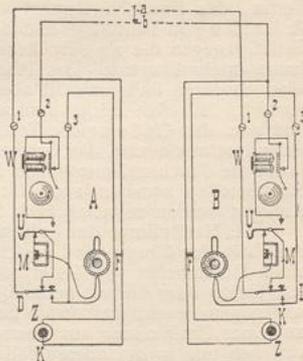


Fig. 21.

(Fig. 21) eingerichtet, d. h. Mikrophon *M*, Fernhörer *F* und Batterie *ZK* sind hintereinander unmittelbar in die Leitung *ab* geschaltet, sobald das Hörtelefon aus dem Sprechtrichter herausgenommen wird und der Hakenumschalter nach unten geht. Ein Druck auf den Tastenknopf *D* und die Sprechstelle *A* schaltet die Mikrophonbatterie unmittelbar zwischen Hin- und Rückleitung, so daß der Strom zum Wecker der zweiten Sprechstelle *B* fließt. Da bei dieser der Hebel des Umschalters *U* noch am oberen Kontakt (Weckerkontakt) liegt, so spricht der Wecker an. — Aehnliche Apparatformen fabrizieren Siemens & Halske, Nonnendamm bei Berlin,

J. Berliner in Hannover, C. Lorenz in Berlin, E. Zwietufch & Cie. in Charlottenburg sowie die meisten sonstigen Telegraphenbauanstalten.

Tischapparate für Batterieanruf. Sie sind transportabel und werden mittels einer Leitungsschnur an die an der Wand endigenden Leitungsdrähte angeschlossen. Sie ermöglichen das Sprechen in jeder beliebigen Stellung und von einem beliebigen Platze des Zimmers aus, z. B. vom Schreibtisch, Sofa oder Bett aus, und sind wegen dieser Bequemlichkeit in vielen Fällen den Wandapparaten vorzuziehen. Für Tischapparate verwendet man vorzugsweise Mikrotelephone, d. h. leichte Handapparate, die aus einem empfindlichen Telephon und Mikrophon bestehen. Es besteht dann die ganze Einrichtung, wie der Apparat (Fig. 22) von C. Lorenz in Berlin zeigt, nur aus einem Ständer zum Aufhängen oder aus einem Unterfatz zum Niederlegen des Mikrotelephons. Der abgebildete Ständer ist aus Eisenkunstguß und vernickelt. Am Griff des Mikrotelephons befindet sich der Taftknopf und ein den Hakenumschalter erfetzender Schalthebel, welcher beim Umfließen des Griffes mit der Hand niedergedrückt wird und dadurch die Umfaltung von Wecker auf Sprechapparat bewirkt. Die an der Wand befestigte Anschlußfrette trägt den Dofenwecker.

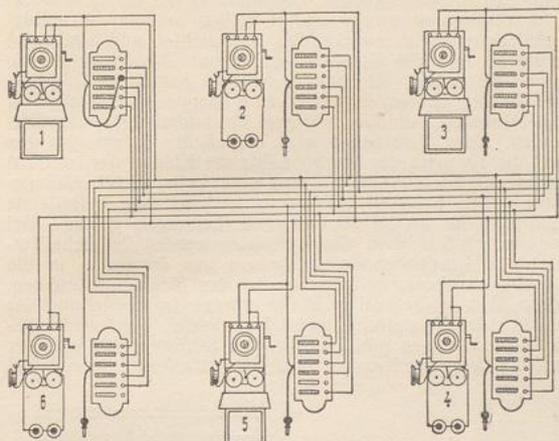


Fig. 23.



Fig. 22.

Wand- und Tischapparate mit Magnetinduktoranruf. Ihre Bauart entspricht den Typen der Reichstelephonie, nur bezüglich der äußeren Ausstattung zeigen sich Abweichungen; vgl. Telephonie.

2. Linienwähler und Klappenfchränke. Soll bei Haustelegraphenanlagen mit mehreren Sprechstellen jede von diesen nach Belieben mit einer andern Sprechstelle in Verbindung treten können, ohne die übrigen zu stören, so verwendet man vorteilhaft Linienwähler, d. h. Umschalter, bei denen der eigne Sprechapparat mit Hilfe eines Stöpfels, einer Kurbel oder eines Hebels auf die gewünschte Leitung geschaltet wird. Linienwähler mit Stöpfel enthalten auf einer hölzernen Grundplatte die aus zusammengebohrten Messingfedern bestehenden Kontaktvorrichtungen und in einem daraufliegenden aufklappbaren Deckel die Stöpfelbuchsen. Die Stöpfelschnur ist mit dem eignen Sprechapparat und die Kontaktvorrichtungen sind mit den Leitungen verbunden, die nach den auf dem Deckel neben den Stöpfelbuchsen bezeichneten Sprechstellen führen. Der in die Buchse gesteckte Stöpfel greift mit feiner Spitze zwischen die Federenden und wird von ihnen festgeklemmt, so daß eine gut leitende Verbindung gesichert ist. Nach Schluß des Gesprächs muß der Stöpfel wieder herausgezogen werden. Bei Wandapparaten wird der Linienwähler oft auf dem verbreiterten Grundbrett des Fernsprechgehäuses mit angebracht. Das Schema Fig. 23 stellt sechs miteinander verbundene Sprechstellen dar, deren jede neben einem Fernsprechgehäuse mit Induktoranruf einen Linienwähler besitzt; sechs Leitungen und eine gemeinsame Rückleitung führen an sämtlichen Stellen vorbei. Im Ruhezustande ist kein einziger geschlossener Stromkreis vorhanden. Steckt aber eine Sprechstelle, z. B. Nr. 1 (Kaffe), den Stöpfel in eine Buchse des Linienwählers, z. B. in Nr. 3 (Werkstatt), so ist das Fernsprechgehäuse von Stelle 1 ebenso zwischen Leitung 3 und Rückleitung geschaltet wie der Apparat von Nr. 3; zwischen diesen beiden Apparaten ist dann also ein geschlossener Stromkreis hergestellt; die beiden Stellen können sich anrufen und miteinander sprechen. Wenn zufällig während dieses Gesprächs eine andre Stelle Leitung 1 oder 3 stöpfelt, so vernimmt sie das Gesprochene ebenfalls und muß sich, um nicht zu stören, wieder ausschalten. Dagegen sind, während Nr. 1 und 3 spricht, zwischen den andern Stellen Gespräche zulässig, beispielsweise zwischen Nr. 2 mit 5 sowie zwischen 4 und 6, ohne daß sie sich gegenseitig stören.

Bei Kurbellinienwählern ist die Kurbel mit dem eignen Sprechapparat verbunden, während die Leitungen nach den andern Sprechstellen an die unterhalb der Kurbel auf dem Gehäuse befestigten Kontaktstücke herangeführt sind. Durch Drehen der Kurbel auf einen bestimmten Kontakt wird der Sprechapparat auf die betreffende Leitung geschaltet. Nach Beendigung des Gesprächs muß man die Kurbel wieder auf das erste Kontaktstück einstellen, damit die Stelle

von den andern Sprechstellen aus angerufen werden kann. Bei der Verwendung von Linienwählern müssen mindestens ebensoviele Leitungen, als Sprechapparate vorhanden sind, durch sämtliche Sprechstellen von der ersten bis zur letzten hindurchgeführt werden. Steigt daher in großen Betrieben die Zahl der Sprechstellen über ein gewisses Maß, oder liegen auch bei nur wenigen Sprechstellen diese in größeren Entfernungen voneinander, so wird es vorteilhafter, die einzelnen Sprechstellen sämtlich an eine Zentralstelle anzuschließen. Diese muß fländig unter Aufsicht stehen und hat die Aufgabe, die gewünschten Verbindungen zwischen den einmündenden Leitungen herzustellen und nach Schluß eines Gesprächs jedesmal wieder aufzuheben. Zu dem Zwecke wird die Zentral- oder Vermittlungsstelle mit einem Klappenschrank oder Zentralumschalter ausgerüstet. Fig. 24 gibt das Schema für eine solche Zentralstelle. Die von den Sprechstellen kommenden Leitungen endigen an einem Klappenschranke; die Zentralstelle kann sich mit Hilfe der an ihrem Fernsprechgehäuse (Abfrageapparat) angebrachten Stöpselschnur mit jeder Leitung verbinden, sei es, um einen Anruf zu beantworten oder um selbst anzurufen und ein Gespräch zu führen. Der Abfrageapparat kann auch durch Drähte mit der ersten Klinke des Klappenschrankes fest verbunden werden; die Einschaltung erfolgt dann mittels gewöhnlicher Stöpselschnüre, indem ein Stöpsel in die erste Klinke, der andre in die Klinke der betreffenden Leitung gesteckt wird. Die Verbindung zweier andrer Stellen miteinander erfolgt ebenfalls mittels einer solchen Stöpselschnur. Sehr zweckmäßig eingerichtet und auch von ungeschultem Personal leicht zu bedienen sind die Klappenschränke mit Drehaltern von Siemens & Halske in Nonnendamm bei Berlin. Ein solcher Schrank enthält sechs Anruflappen, sechs Drehalter und einen Wecker, der ertönt, sobald eine Klappe gefallen ist. Der erste Drehalter dient zum Abfragen, Mithören, Anrufen, während die andern fünf zum Herstellen der Verbindungen benutzt werden. Eine Verbindung wird hergestellt, indem man den Drehalter der einen Sprechstelle auf die Nummer der andern stellt; die Klappe der letzteren bleibt für das Schlußzeichen eingeschaltet. Ebenso schaltet man eine Leitung auf Abfrageapparat, indem man den Knebel des ersten Schalters („Fernsprecher“) auf die betreffende Nummer dreht. Es werden auch Schränke für 10, 15, 20 und mehr Leitungen gebaut. Bei den Klappenschränken System E. Zwietusch & Cie in Charlottenburg werden sämtliche Verbindungen durch Umlegung von leicht zu handhabenden Kniehebeln aus der Ruhe- in die Arbeitsstellung ausgeführt. Die Bedienung ist ebenso einfach wie bei den Siemens-Schränken.

In dem Pyramidenschrank System Mix & Genest in Berlin erfolgt die Herstellung der Verbindungen durch schnurlose Stöpsel in ebenfalls einfacher und sicherer Weise. Das Schaltungsdiagramm für einen solchen Schrank zu sechs Leitungen gibt Fig. 25. Der Stromweg für jede der sechs (Einfach- oder Doppelleitungen) führt von der Klemme 1 a b bzw. 2 a b u. f. w. zunächst

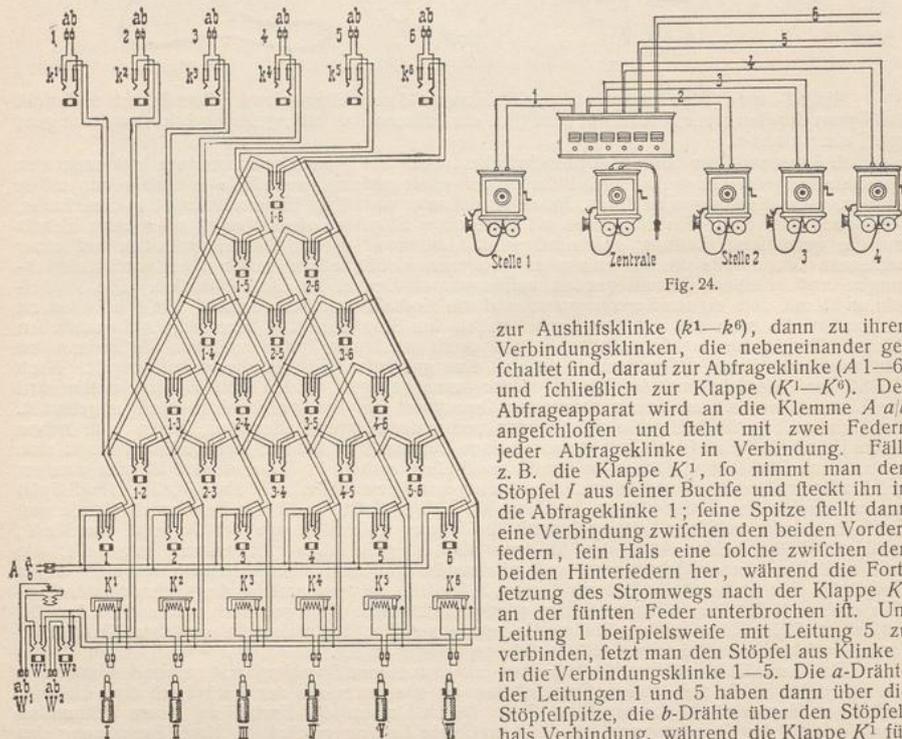


Fig. 25.

Fig. 24.

zur Aushilfsklinke (k^1-k^6), dann zu ihren Verbindungsklinken, die nebeneinander geschaltet sind, darauf zur Abfrageklinke (A 1-6) und schließlich zur Klappe (K^1-K^6). Der Abfrageapparat wird an die Klemme A a b angeschlossen und steht mit zwei Federn jeder Abfrageklinke in Verbindung. Fällt z. B. die Klappe K^1 , so nimmt man den Stöpsel 1 aus seiner Buchse und steckt ihn in die Abfrageklinke 1; seine Spitze stellt dann eine Verbindung zwischen den beiden Vorderfedern, sein Hals eine solche zwischen den beiden Hinterfedern her, während die Fortsetzung des Stromwegs nach der Klappe K^1 an der fünften Feder unterbrochen ist. Um Leitung 1 beispielsweise mit Leitung 5 zu verbinden, setzt man den Stöpsel aus Klinke 1 in die Verbindungsklinke 1-5. Die a-Drähte der Leitungen 1 und 5 haben dann über die Stöpselspitze, die b-Drähte über den Stöpselhals Verbindung, während die Klappe K^1 für das Schlußzeichen zwischen a- und b-Draht

geschaltet ist. Der Stromweg nach Klappe 5 ist dagegen unterbrochen. Die Klinke W^1 steht mit einem Wecker und über die Klemmen WB mit einer Weckerbatterie in Verbindung. Wird diese Klinke gestöpselt, so spricht der Wecker an, sobald eine Klappe fällt. Mit den Klemmen $W^2 a/b$ kann ein zweiter Wecker in einem entfernten Raum verbunden werden; dieser spricht gleichzeitig mit dem Schrankwecker an, wenn auch Klinke W^2 gestöpselt wird.

3. Verbindung von privaten Hausfernsprechstellen mit den Fernsprechnebenanschlüssen der Reichstelephonie. Münden in eine Hauszentrale, die einen Hauptanschluß an die Reichstelephonie besitzt, außer den Nebenanschlüssen noch Privatananschlüsse ein, für die eine jährliche Gebühr an die Post nicht gezahlt wird, so ist wohl der Sprechverkehr zwischen den Nebenanschlüssen und den Privatananschlüssen gestattet, doch dürfen Verbindungen zwischen den Privatananschlüssen und der Vermittlungsanstalt der Reichstelephonie nicht hergestellt werden. Um dies zu verhindern, müssen die technischen Einrichtungen, insbesondere der Klappenschrank, so gestaltet sein, daß unzulässige Verbindungen überhaupt nicht ausführbar sind. Jede größere Telephonapparatfabrik in Deutschland hat jetzt bereits ein Umschaltesystem konstruiert, das solchen Anforderungen genügt. Es soll hier nur das Janus-Nebenstellenensystem der Firma Mix & Genest in Berlin besprochen werden. Der Name Janus soll die doppelte Benutzungsweise eines und desselben Privatfernsprechers sowohl als Post- wie als Haustelegraphen kennzeichnen. Fig. 26 stellt einen Janus-Klappenschrank für ein Privatnetz von 11 Sprechstellen dar, von denen fünf als Janusstellen mit einer Hauptanschlußleitung verbunden werden können. Die Hauptleitung liegt auf Klappe 1, die fünf Postnebenstellen sind auf die Klappen 2—6 geschaltet. Ueber diesen Klappen sind sechs Janusköpfe angebracht; Knopf 1 schaltet die Hauptleitung auf den Abfrageapparat, die Knöpfe 2—6 verbinden die betreffende Nebenleitung mit der Hauptleitung. Der Knopf ist dabei einzudrücken und durch eine kleine Drehung festzustellen. Auf den Klappen 7—12 liegen Privatananschlüsse. Die in den beiden unteren Reihen vorhandenen 11 Klappen gefaltet es mit Hilfe von Stöpselschnüren beliebige Verbindungen zwischen den fünf

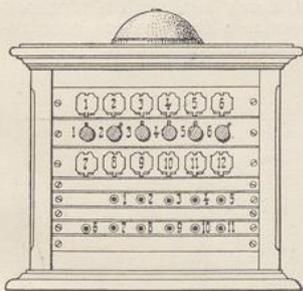


Fig. 26.

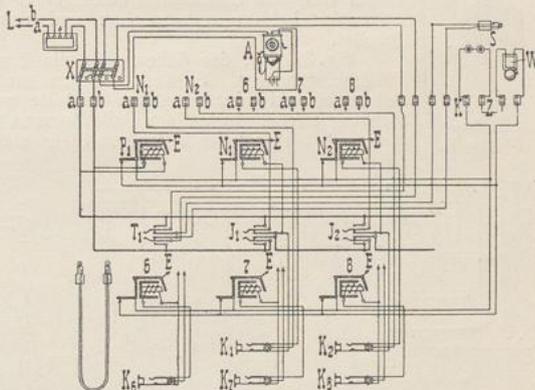


Fig. 27.

Postnebenstellen und den sechs Privatananschlüssen herzustellen; dagegen sind Verbindungen der Privatananschlüsse mit der Hauptleitung, für die eine Klinke fehlt, nicht möglich. Zum Abfragen auf den Neben- und Privatleitungen dient eine vom ersten Janusknopf ausgehende Leitungsschnur mit einem Stöpsel. Die innere Einrichtung und das Schaltungschema des Januschranks werden durch Fig. 27 veranschaulicht. Die Hauptleitung $L a b$ endet an einem einfachen Kurbelumschalter X und liegt bei Rechtsstellung der Kurbeln auf dem von der Post gelieferten Fernsprechgehäuse A , dagegen bei Linksstellung auf dem Januschranks. In diesem sind mit der Verlängerung der Hauptleitung verbunden die Klappe P_1 und die Janusköpfe T_1, J_1 und J_2 . Der Janusknopf entspricht einer doppelten Morsetaste; die zweite und fünfte Feder, welche die Tastenhebel vertreten, werden durch Eindringen des Knopfes von den Ruhekontakten abgehoben und an die mit der Hauptleitung verbundenen äußeren Kontakte gelegt. Mit den beweglichen Federn des Janusknopfes T_1 steht bei Linksstellung des Umschalters X über dessen Kurbeln 3 und 4 das Fernsprechgehäuse A in Verbindung, mit den Ruhekontakten der Abfragegestöpsel S ; letzterer ist daher abgeschaltet, sobald die Hauptleitung durch Eindringen von T_1 auf den Apparat A gelegt wird. Die Nebenleitung N_1 führt über den Janusknopf J_1 zur Klinke K_1 und darauf zur Klappe N_1 . Die Privatleitungen 6, 7, 8 u. f. w. liegen nur auf den gleichbezahlten Klappen und Klinken.

III. Pherophon- oder Mikrotelephonanlagen.

Die Verbindung von Telephonen mit elektrischen Klingelanlagen findet neuerdings vielfach Verwendung. Man benutzt hierzu einen leichten Handapparat, der aus einem empfindlichen Telephon und Mikrophon besteht und den man in Räumen, von denen aus gesprochen werden soll, an den Druckknöpfen in die Klingelleitungen einschaltet. Man kann die gewöhnlichen Druckknöpfe benutzen, wenn es sich um eine bleibende Einschaltung des Sprechapparates in dem betreffenden Zimmer handelt, dagegen verwendet man Druckknöpfe oder Kontaktbirnen mit Oefen bzw. Steckkontakten, wenn ein solcher tragbarer Sprechapparat für mehrere Zimmer benutzt werden soll. Mikrotelephone u. f. w. zur Einschaltung in Haustelegraphenanlagen werden



Fig. 28.

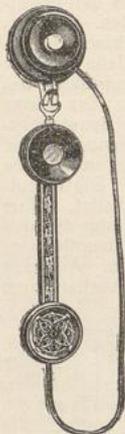


Fig. 29.

von sämtlichen größeren elektrotechnischen Firmen, die sich mit der Fabrikation von Telephonapparaten befassen, zu mäßigen Preisen und in mustergültiger Ausführung geliefert. Eine ausgedehnte Spezialfabrikation solcher Apparate betreiben die Pherophonwerke von C. Lorenz in Berlin. Das von ihnen unter dem Namen Pherophon in den Handel gebrachte Mikrotelephon besteht aus einem Telephon mit doppelpoligem, aus mehreren Lamellen zusammengesetztem Magnet-System und einem so empfindlichen Kohlenkörnermikrophon, daß der sonst übliche Schalltrichter des Mikrophons entbehrt werden kann. An Stelle des bei den Mikrotelephonen gebräuchlichen Handchalthebels bewirkt bei dem Pherophon der Aufhänger selbsttätig die Ein- und Ausschaltung. Die Einschaltung eines Pherophons in eine bereits vorhandene Klingelanlage erfolgt in einfacher Weise dadurch, daß man das Oberteil des gewöhnlichen Druckkontaktes abschraubt und das Unterteil nach Lösung der Befestigungsschrauben von der Wand abnimmt. Sodann wird die Leitungsschnur des Pherophons von der Rückseite durch die Durchbohrung des Druckknopfunterteils geführt und an den Schrauben des Druckknopfs festgelegt. Das Unterteil des Druckknopfes wird dann wieder an der Wand festgeschraubt, der Aufhängehaken des Pherophons nach Fig. 28 angeklemt und hierauf das Oberteil des Druckknopfs wieder aufgeschraubt. Damit ist das Pherophon, wie Fig. 29 darstellt, dauernd an die Klingelanlage angeschlossen. Es wird durch einen automatisch wirkenden Schalter in die Leitung eingeschaltet, sobald es von dem Aufhängehaken abgenommen wird, und ausgeschaltet, sobald es wieder im Haken hängt.

Fig. 30 gibt das Schaltungsschema für eine Klingelleitung mit einem Zimmer- und einem Küchenpherophon. Das Zimmerpherophon wird in der vorbeschriebenen Weise am Druckknopf befestigt; in der Küche wird eine der zur Glocke führenden Leitung unterbrochen und das Küchenpherophon dazwischen geschaltet.

Fig. 31 gibt das Schema für die Einschaltung von Pherophonen in eine Fallscheibenanlage. Entweder werden an allen Kontakten Zimmerpherophone fest angebracht oder sämtliche Kontakte werden durch solche mit Einfleckvorrichtung ersetzt. In diesem Falle werden transportable Zimmerpherophone angewandt, die an jeder beliebigen Stelle eingeschaltet werden können.

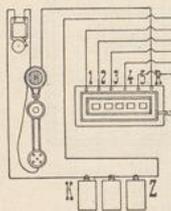


Fig. 31.

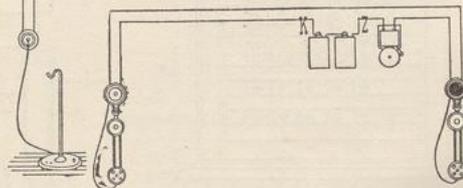


Fig. 30.

Literatur: [1] J. Nöbels *Haustelegraphie und Privatfernsprechanlagen mit besonderer Berücksichtigung des Anschlusses an das Reichsfernprechnet*, Leipzig 1905. — [2] Mix & Genest, *Anleitung zum Bau elektrischer Haustelegraphen-, Telephon- und Blitzableiteranlagen*, Berlin.

Otto Jentsch.